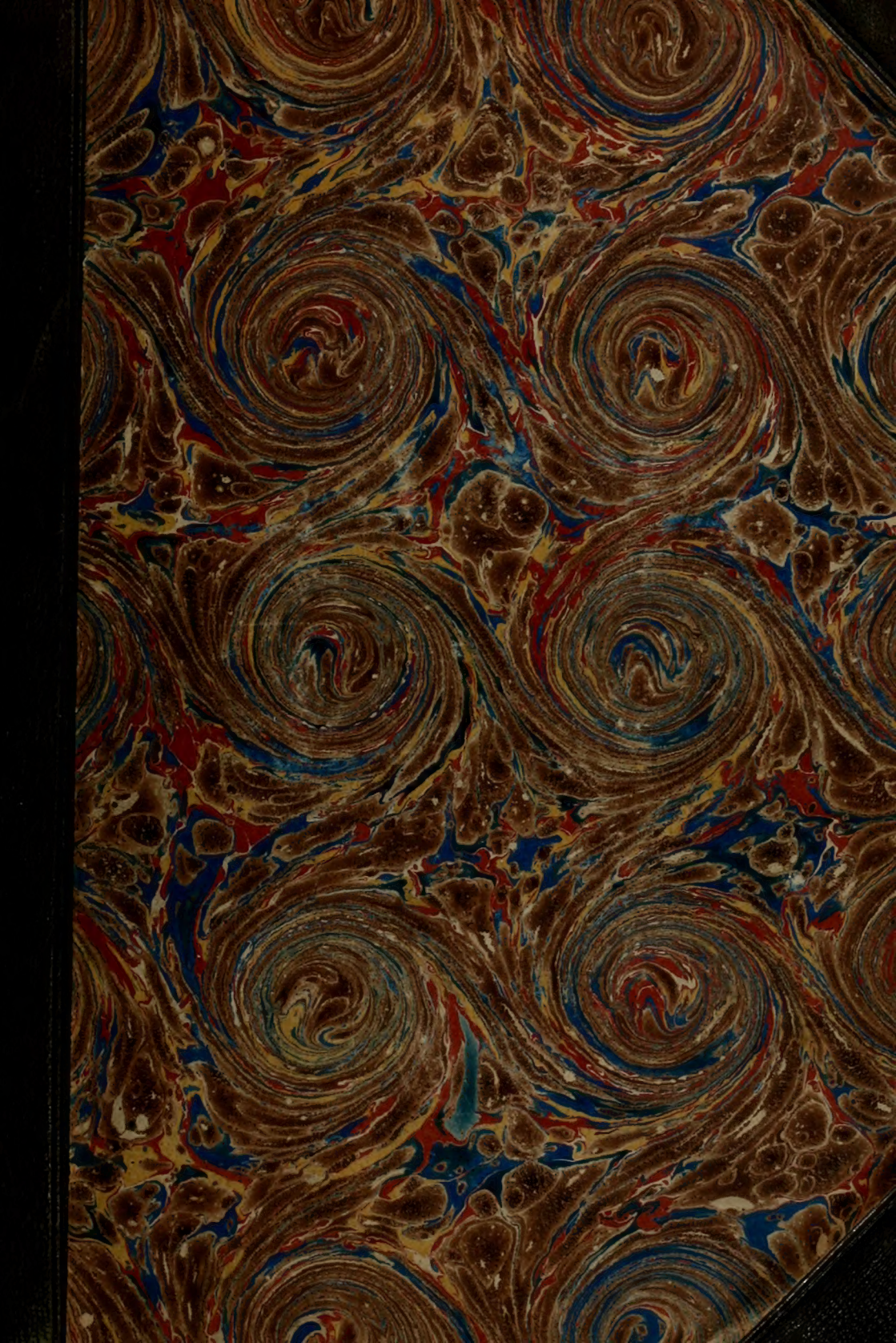


S. 1305. B. 33.

# Abhandlungen

der

# physikalischen Klasse

der

Königlich-Preufsischen

# Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1818 — 1819.

Berlin

in der Realschul-Buchhandlung.

1820.

# Abhandlungen

der

# physikalischen Klasse

der

Königlich-Preußischen

Akademie der Wissenschaften

aus den Jahren 1912 – 1919

# Inhalt.


1. Link über die ältere Geschichte der Hülsenfrüchte, Futterkräuter und Gemüsgewächse . . . . . Seite
2. Fischer über ein Paar Gesichts-Erscheinungen, aus deren sorgfaltiger Beachtung man sichere Schlüsse auf gewisse innere krankhafte oder gesunde Beschaffenheiten des Auges machen kann. . . . . — 33
3. v. Buch über die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungs-Crater . . . . . — 51
4. Derselbe über einen vulkanischen Ausbruch auf der Insel Lanzerote . . — 69
5. Derselbe über die Bewegungen des Barometers zu Berlin . . . . . — 83
6. Derselbe über barometrische Windrosen . . . . . — 103
7. Derselbe über einige Berge der Trappformation in der Gegend von Grätz . — 111
8. Hermbstädt's Versuche und Bemerkungen über die chemische Analyse schwefelhaltiger Mineralien . . . . . — 119
9. Rudolphi über die Anatomie des Löwen . . . . . — 131
10. Hufeland über die Gleichzahl beider Geschlechter im Menschengeschlechte . — 151
11. Lichtenstein über die Ratten mit platten Stacheln . . . . . — 187
12. Derselbe über die Gattung Dendrocolaptes . . . . . — 197
13. Derselbe von den Sepien mit Krallen . . . . . — 211
14. Weifs Betrachtung der Dimensionsverhältnisse in den Hauptkörpern des sphäroëdrischen Systemes und ihren Gegenkörpern, in Vergleich mit den harmonischen Verhältnissen der Töne . . . . . — 227
15. Derselbe über die Theorie des Epidotsystemes . . . . . — 242
16. Derselbe über eine ausführlichere, für die mathematische Theorie der Krystalle besonders vortheilhafte Bezeichnung der Krystallflächen des sphäroëdrischen Systemes — 270
17. Seebeck über die ungleiche Erregung der Wärme im prismatischen Sonnenbilde — 305
18. Erman über eine eigenthümliche reziproke Wirkung der zwei entgegengesetzten elektrischen Thätigkeiten . . . . . — 351
19. Derselbe über die aus Beobachtung der Quellen sich ergebende Temperatur des Bodens in der Gegend von Berlin . . . . . — 377
20. Derselbe über die Frage: ob polarisirte Strahlen eine Glasfläche durch Absorption mehr erwärmen als nicht polarisirte . . . . . — 404
21. Tralles über die Bestimmung des mittleren Wärmegrades eines Ortes, besonders für Berlin . . . . . — 411
22. Mitscherlich über die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist . . . . . — 427

Ueber

# die ältere Geschichte der Hülsenfrüchte, Futterkräuter und Gemüsgewächse.

Von Herrn Link *).

Der Name Hülsenfrüchte bezeichnet hinreichend die Früchte, welche hieher gehören. Die Hülse ist eine zweiklappige Kapsel, an deren innerm Rande die Saamen, wechselsweise an dieser und jener Klappe, befestigt sind. Die Gewächse, welche solche Hülsen tragen, bilden eine natürliche Ordnung, so rein und abgesondert, dafs über ihre Bestimmung kaum ein Zweifel unter den Pflanzenkennern gewesen ist. Das Kraut dieser Gewächse hat nur milde Eigenschaften; der Saame hält in seinen Lappen viel Stärkemehl, und daher dienen die Pflanzen dieser Ordnung zur Nahrung für Menschen und Vieh. Nur in einigen tritt der bittere Stoff hervor und in wenigen wird er zum Gift.

Wir sind noch nicht aus dem mythischen Kreise getreten, in welchen wir uns bei der Betrachtung der Getreidepflanzen versetzt sahen. Von keinem dieser häufig und viel gebaueten Gewächse können wir nur mit einiger Gewifsheit die Heimat angeben. Schlagen wir die systematischen Schriftsteller nach, so finden wir zwar die wilden Standörter von allen dreist bestimmt, und vorzüglich werden die Aecker des mittlern und südlichen Europa als solche angegeben. Dahin versetzt man die Kicher, die

*) Vorgelesen den 29. Oktober und 26. November 1818.

Erbse, Linse, Wicke, Lupine, Platterbse u. s. f. Aber kann man wohl sagen: eine Art wachse wild an einem Orte, wenn nur dann und wann eine Pflanze derselben dort hervorkeimt, und sich vielleicht das folgende Jahr wiederum verliert, zumal wenn sie zugleich in derselben Gegend angebauet wird? Wie leicht ist es möglich, dafs ein Korn zufällig mit dem Getreide gesäet eine solche Pflanze hervorbringt! Nie bemerkt man, dafs diese Pflanzen auf den Aeckern, wo sie wild wachsen sollen, bestimmt und in Menge jährlich wieder hervorkommen, wie wir dieses an dem Unkraut, dem Ackersenf (*Sinapis arvensis*), dem Hederich (*Raphanus Raphanistrum*), der Kornblume (*Centaurea Cyanus*) und andern wahrnehmen. Auch in den Floren finden wir die Standörter der gebaueten Hülsenfrüchte nur schwankend angegeben, gewöhnlich wird das Linnéische *habitat in agris* oder *inter segetes* nachgeschrieben. Man wird mir zugestehen, dafs auf den Aeckern in Deutschland und den nördlichen Ländern von Europa weder Bohnen, noch Erbsen, Wicken, Kichern u. s. w. eigentlich wild sind, und von dem südlichen Europa, so weit es mir bekannt ist, darf ich dasselbe behaupten. Gerard, welcher eine sehr gute Flora von einem der pflanzenreichsten Länder im südlichen Europa geliefert hat, sagt, indem er *Lathyrus sativus* anführt (*Flora galloprovincialis p.* 494): „*Provenit in arvis, cultis et incultis, hinc indigenus factus, sicut Lathyrus Cicera.*“ Und weiter: „*Lathyrus, Cicera Lens, Ervum inter indigenas enumerari possunt, cum non solum inter segetes cum Cerealibus oriantur, sed etiam in agris incultis quandoque sponte proveniant.* Dieses ist eine sehr treffende Bestimmung der Art, wie diese Gewächse im südlichen Europa wild sind, woraus man aber den Schlufs machen wird, dafs hier von keinem unsprünglich wilden Zustande die Rede sey. Mit den Getreidearten gehören also die Hülsenfrüchte Ländern an, welche jetzt nicht mehr in ihrem vorigen Zustande sind, oder Ländern, wo sie ganz ausgerottet und in den Ackerbau übergegangen sind.

Die Römer nannten keinesweges unsere Hülsenfrüchte allein *legumina*, sondern sie rechneten dahin alle Früchte, sofern sie auf Aeckern gebauet und gekocht oder ausgepreſst zur Nahrung angewendet, nicht vorher in Mehl und Brot verwandelt werden. Columella führt (*de re rustica L. 2. c. 7.*) darunter *milium*, *panicum*, *cannabis*, *sesama* auf, *linum* und *ordeum* setzt er hinzu, weil daraus Ptisane gemacht wurde. Eben so hat auch bei den Franzosen der Ausdruck *legumes* eine ausgedehntere Bedeutung. Die Griechen hatten aber zwei Worte, χέδροπα und ὄσπρια, wovon das letz-

tere dem Worte *legumina* der Römer entspricht, das erste genau unsere Hülsenfrüchte bedeutet (*Galen. de alimentor. facultat. L.* 1. *c.* 16.).

Die Bohne (*Vicia Faba*) mag hier wie bei den Alten den Anfang machen. Columella nennt sie zuerst, und *fabae maximus honos est* sagt Plinius (*Hist. nat. L.* 18. *c.* 12). Wir haben zwei Arten: die Pferdebohne (*Faba equina*) und die Gartenbohne (*Faba hortensis*). Es macht nämlich *Faba* in der Gattung *Vicia* eine besondere Untergattung, welche sich durch den geraden nicht mit Ranken kletternden Stamm und durch die inwendig schwammige Hülse auszeichnet; Kennzeichen, welche wohl so viel werth sind als der linienförmige Griffel. In der ersten Ausgabe der *Spec. plant.* bezeichnet Linné das Vaterland der Bohne als ungewifs, in der zweiten sagt er: *habitat in Aegypto*, ohne Zweifel durch die Verwechslung der ältern Schriftsteller mit *Nelumbium speciosum.* Im *Syst. Veget.* heifst es aber: *habitat non procul a mari Caspio in confiniis Persiae*, und Lerche wird als Gewährsmann aufgeführt, nach mündlichen oder schriftlichen Nachrichten, da Lerche, so viel ich weifs, nichts darüber öffentlich bekannt gemacht hat. Aber Gmelin, Pallas. Georgi, Hablizl erwähnen ihrer nicht, auch nicht Marschall von Bieberstein. Da nun der letztere *Vicia narbonensis* als wildwachsend in Taurien anführt, und diese der *V. Faba* sehr ähnlich ist, so könnte wohl eine Verwechslung vorgegangen seyn.

Die Alten kannten unsern Gartenbau nicht, aber κύαμος der Griechen, *Faba* der Römer war ohne Zweifel unsere Feldbohne (*Vicia Faba*). Nach Theophrast ist κύαμος eine Hülsenfrucht (τῶν χεδροπῶν *Hist. pl. L.* 8. *c.* 1.), hat allein unter allen Hülsenfrüchten einen geraden Stamm, hat ferner runde Blätter und keimt mit vielen Blättern, weil nämlich die Saamenlappen in der Erde bleiben. Alle andern Angaben widersprechen nicht. Ein bestimmtes Kennzeichen giebt der schwarze Flecken am Schiffchen der Blume; der *Flamen Dialis* durfte die Bohne nicht anrühren, nicht einmal nennen, nach Festus, nicht essen nach Plinius, *quoniam in flore ejus litterae lugubres reperiuntur* (*Plin. L.* 18. *c.* 12.). Eben dieser Flecken wegen, sagt Didymus (*Geopon. L.* 2. *c.* 35.), habe Pythagoras den Genufs derselben verboten. Die Bohnen sind seit den ältesten Zeiten bekannt; κύαμοι μελανόχροες kommen im 13ten Buch der Iliade vor (v. 589.), schwarze Bohnen, wie sie noch häufig sind. Die Pfeile, welche Helenos auf Menelaos schofs, sprangen auf dessen Panzer ab wie Bohnen oder Kichern auf der Tenne. Der Dichter hätte gewifs Erbsen gesagt, wären ihm diese bekannt

gewesen. Man setzte vormals, wie noch jetzt zuweilen, dem Brote Bohnenmehl zu, welches *lomentum* hiefs.

Plinius giebt eine Heimath der Bohnen an, welche merkwürdig ist (*L.* 18. *c.* 12.): *Nascitur et sua sponte plerisque in locis, sicut septentrionalis Oceani insulis, quas ob id nostri fabarias appellant. Item in Mauritania sylvestri passim, sed praedura et quae percoqui non possit* (also wahrscheinlich eine andere Art). *Nascitur et in Aegypto* (hier wird das *Nelumbium* beschrieben). Welche sind nun diese *insulae fabariae*? Eine solche Insel liegt nach demselben Schriftsteller nahe am *Promontorium Cimbrorum* (Jütland). Demnach wäre die Bohne nordischen Ursprungs, und ganz unwahrscheinlich ist dieses nicht. Im südlichen Europa blüht die Bohne schon im Februar, früher als alle Hülsenfrüchte, und auf jenen Inseln kann die Bohne ausgerottet seyn, so wie wenig daran fehlt, dafs dieses nicht mit dem wilden Kohl in England geschehe.

Die Alten unterschieden κύαμος ἑλληνικὸς und αἰγυπτιὸς. Die erste ist unsere Bohne, die zweite *Nelumbium speciosum*, nach der vortrefflichen Beschreibung beim Theophrast (*Hist. pl. L.* 4. *c.* 9. *ed. Schneid.*). Auch die Beschreibung beim Dioskorides (*L.* 2. *c.* 128.) stimmt damit überein. Die Früchte wie Bienenzellen, aus welcher die Saamen etwas hervorragen, geben ein sicheres Kennzeichen. Nicht allein bei Torone in Euboea fand sich diese Pflanze nach Theophrasts Nachrichten, sondern auch in Syrien und Cilicien, doch wurden dort die Früchte nicht reif, vielleicht weil die Pflanze dorthin gebracht, nicht an ihrem natürlichen Wohnplatze war. Aus Aegypten ist die Pflanze verschwunden, noch weniger in Syrien, Cilicien und Griechenland zu finden, aber *Nymphaea Lotus*, dessen die Alten ebenfalls gedenken, wächst dort noch. Aegypten hat manche Thiere und viele Pflanzen verloren.

*Nelumbium speciosum* ist die heilige Padma der Indier, die sogenannte Lotosblume, deren Früchte und Wurzel gegessen wurden; eine Pflanze, um welche die Mythologie jener Völker mannichfaltig spielt. Darin ist ihr die Bohne gleich bei den Alten, besonders den Römern. Das Verbot, Bohnen zu essen, welches dem Pythagoras zugeschrieben wird, deutet dahin. Gellius schreibt den bekannten Vers, worin vor dem Genufs der Bohnen gewarnt wird, dem Empedokles zu und sagt, Empedokles habe nicht von *fabulo edendo, sed a rei venereae proluvio voluisse homines deducere* (*Noct. Attic. L.* 4. *c.* 11.). Die Geoponica nennen ihn einen Or-

phischen Vers. Es ist wohl kein Zweifel, dafs dieses Verbot altägyptisch war, wie Herodot bestimmt sagt (*L.* 2. *c.* 37.), und allen denen zugeschrieben wurde, welche altägyptische Lehren verbreiteten. Ursprünglich möchte wohl dieses Verbot aus Indien herrühren, auf die heilige Padma gerichtet, und von den nördlichen Völkern auf eine Frucht gedeutet seyn, welche ihnen als Ersatz dienen mufste. Die schöne Padma war ein Bild der zeugenden Natur, weil in der Nufs der Embryo schon völlig entwickelt liegt; die Einbildung der Alten sah in dem Embryo unserer Bohne Aehnlichkeit mit dem männlichen Gliede, wie Theophrast sagt (*Hist. pl. L.* 8. *c.* 2.). Die Bohne war bei den Römern, deren Sprache und Sitte der Indischen näher stand als die Griechische, eine heilige Frucht, dieses beweisen die *fabaria*, der *Carna Dea* geweiht, die schwarze Bohne, womit man die *Lemures* vertrieb, die *faba referiva*, welche man von der Aussaat zurückbrachte, um doch etwas zurückzubringen. Die Bohne ist weit verbreitet, man bauet sie überall in Europa, und in Asien bis Nordindien und China, und zwar schon seit uralten Zeiten, wenn man den *Mémoir. s. l. Chinois* trauen darf. Im Arabischen hatte sie einen nicht mehr gebräuchlichen Namen باقلى, wofür man jetzt فول sagt.

Auf die Bohne mag die Linse (*Ervum Lens*, *Vicia Lens*) folgen, weil Columella sie folgen läfst. Aufser der grofsen und kleinen Linse, welche wohl nur Abarten sind, scheint die schwarze Linse (*Lens nigra*) mit kurzen zweisaamigen Hülsen, kleinem, flachem, scharfgerandetem, ganz schwarzem Saamen, der Art nach verschieden, vielleicht auch die braungefleckte Linse (*Lens punctata*) mit kurzen oft nur einsaamigen Hülsen, ziemlich grofsem, rundlichem, fein braungeflecktem Saamen; doch entfernt sie sich weniger von der gemeinen Art als jene. Die Linse soll zwischen dem Getreide in Deutschland, der Schweiz und Frankreich wild wachsen. Von Angaben dieser Art ist schon geredet worden. Sibthorp sagt (*Prodr. Fl. graec.*): *quandoque etiam sponte inter segetes provenit magnitudine minor et cirrhis fere orbata;* eine Angabe, welche wahrscheinlicher ist. Der Griechen φακὸς ist unsere Linse; die Beschreibungen widersprechen nicht, und noch jetzt heifst die Linse in Griechenland φακή. Vormals hiefs φακὴ beim Galen enthülsete und gekochte Linsen, in den *Geoponica* (*L.* 2. *c.* 37.) wird schon φακὴ die Frucht und φακὸς die Pflanze genannt. Der Stamm ist schief aufsteigend (πλαγιοκαυλος *Theophr. hist. pl. L.* 8. *c.* 3.). So redet Theophrast von allen Gewächsen, welche zwar Ranken haben, aber doch ohne

diese sich halten; die Hülsen sind platt (*c.* 5.). Φακὸς wird immer mit *lens* oder *lenticula* bei den Römern übersetzt. Man säet die Linsen nach Columella zweimal im Jahr, und zwar früh, das heifst im Herbst, oder spät, das heifst im Februar. Das Linsenmehl wurde viel als Arzneimittel gebraucht. Plinius führt eine ägyptische Linse an, runder und schwärzer als die gewöhnliche (*L.* 18. *c.* 12.), ohne Zweifel die schwarze Linse, und Theophrast redet (*Hist. pl. L.* 4. *c.* 5.) von indischen Linsen, dem *Foenum graecum* ähnlich. Wegen dieser Vergleichung möchte ich sie nicht für *Dolichos Catjang* halten, wie Sprengel will (*Hist. Rei herbar.* I. *p.* 80.). Unter dem arabischen Namen عدس wird die Linse im Orient durch Cabul bis nach Nordindien gebauet, auch heifst sie *maschuri* in Hindostan. Sie gehört ohne Zweifel in einem gemäfsigten Klima zu Hause, wie das gemäfsigte Europa ist.

Von der Erbse haben wir bei den Alten erst spät Nachricht. Gelbe Erbsen kommen beim Aristophanes noch nicht vor, wie es scheinen möchte, sondern es ist dort (*Plut. v.* 427.) nur von einer λεκιθοπῶλις die Rede. Der Scholiast sagt, Eidotter (λέκιθον) sey für Ei genommen und das Wort bedeute eine Eierverkäuferin. Aber λέκιθον bedeute auch πίσον und dieses habe den Namen von Pisa in Elis. Was Theophrast von πισὸς erzählt, pafst nicht auf unsere Erbse. Zwar setzt er sie unter die χέδροπα (*Hist. pl. L.* 8. *c.* 1.), aber er sagt, einige haben runde Blätter wie die Bohne, andere lange, wie πισὸς, λάθυρος, ὦχρος (*L.* 8. *c.* 3.), da doch unsere Erbse sehr runde Blätter hat. Gewöhnlich stellt er πισὸς mit λάθυρος und ὦχρος zusammen (*L.* 8. *c.* 3. *L.* 3. *c.* 27.). Ferner sagt er, πισὸς habe viel Blätter, theile sich von der Wurzel an in viele Zweige, leide sehr von der Kälte wegen seiner schwachen Wurzeln, breche leicht und nehme einen grofsen Raum ein (*De caus. L.* 3. *c.* 15). Alles dieses pafst mehr auf eine dem *Lathyrus sativus* verwandte Pflanze als auf unsere Erbse, die eben nicht viel Blätter, an der Wurzel nicht viel Zweige hat und eine harte Pflanze ist. Aus den römischen Schriftstellern läfst sich nicht viel bestimmen. *Pisum* gehört nach Columella zu den Hülsenfrüchten, welche dem Menschen zur Nahrung dienen, verlangt lockere leichte Erde, warme feuchte Luft (*L.* 2. *c.* 7. 10.), düngt den Boden, wenn es frisch geschnitten wird (*c.* 11.). Dioskorides hat πισὸς nicht. Galen (*de alimentor. facultat. L.* 1. *c.* 11.) sagt wenig davon und stellt sie mit den Bohnen zusammen. Die *Geoponica* verlangen (*L.* 2. *c.* 15. 3.) gegen Columella's Vorschrift dafür einen leimigen Boden. Plinius (*L.* 18. *c.* 12.) nennt *pisum impatien-*

*tissimum frigoris* und sagt, es habe *siliquae cylindraceae*, wo nur zu fürchten ist, er habe an κυλινδρώδεις ὀρόβους λοβοὺς (*Theophr. Hist. pl. L.* 8. *c.* 5.) gedacht. Ferner heifst es von *cicercula*, *est minuti ciceris inaequalis angulosi veluti pisum*, wonach das Korn eckig wäre. Merkwürdig ist es ferner, dafs die ältern Araber unsere Erbsen nicht kannten. Sie übersetzen *pisum* mit بسلة, und ich finde davon in einem Manuscript von Ebn Baithars *Materia medica*, welches vor mir liegt, folgende Beschreibung. Masch ist ein kleines Korn, wie *Ervum*, grün von Farbe, glänzend, mit einem Nabelflecke, wie der Nabelfleck der Schminkbohne schwarz und weifs, das Kraut ist auch wie das Kraut der Schminkbohne, so auch die Hülse. Man zieht sie im Orient in den Gärten und ifst sie. Sie stammt aus den südlichen Gegenden, aus Jemen, man nennt sie auch kurz Schote (Hülse قطن). Sie ist gut von Geschmack. Nun folgt übersetzt, was Galenus von πισὸς sagt. Offenbar redet Ebn Baithar von einem *Dolichos* oder *Phaseolus*. Nach allem diesem scheint es mir, dafs den Alten unsere Erbse ganz unbekannt war und ihr πισὸς oder *pisum* zu den Platterbsen (*Lathyrus*) gehörte. Daraus läfst sich das Schwanken der neuern Sprachen erklären. Erbse kommt von *orobus*, *ervilla* und *ervilha* der Spanier und Portugiesen von *ervum*, *pois* und *pisello* der Franzosen und Italiäner von *pisum*, αυκὸς heifst die Erbse im Neugriechischen mit einem ganz neuen Namen, und eben so *gorochi* im Russischen. Die Erbse gehört nördlichen Gegenden an und wird in ganz Europa, und durch Asien bis China und Nordindien gebauet. Nach den neuern Botanikern soll die Erbse auf den Aeckern in Europa wild wachsen, von welchen Angaben das gilt, was ich oben gesagt habe.

*Phaselus.* Der Nachrichten bei den Alten über *Phaselus* oder *Phasiolus* sind wenige. Theophrast und die ältern Griechen erwähnen ihrer nicht. Columella sagt (*L.* 2. *c.* 20.), in einem fetten Boden solle man früh im Herbst *Phaselus* säen, vier *modii* auf ein *jugerum*; der Saame war also kleiner als Feldbohnen und ähnlich den Körnern von πισὸς und λάθυρος. Er rechnet sie unter die Hülsenfrüchte, welche von Menschen gegessen werden. Dioskorides (*L.* 2. *c.* 130.) redet blofs von ihren medicinischen Eigenschaften. Plinius sagt (*L.* 18. *c.* 12.), man esse die Körner mit den Hülsen. Dieses pafst allerdings auf unsere Schminkbohne. Wir sehen aber aus Galens Nachrichten (*de alimentor. facult. L.* 2. *c.* 25. 28.), welche Verirrungen unter den Benennungen der Hülsenfrüchte herrschten. Er führt φασῆλος mit ὦχρος, der kleinen Platterbse, auf, als eine schlechte Frucht,

und sagt nachher: einige halten φασῆλος mit λάθυρος für einerlei, einige für eine Art der letztern, einige unterscheiden φασήολος und φασῆλος und benennen mit ersterm Namen die Schminkbohne (δόλιχος). Es ist also wohl ohne Zweifel, dafs die Worte *phaselus* und *pisum* zuerst für Abänderungen oder Arten der Platterbse (*Lathyrus*) gebraucht wurden, dann aber auf andere Hülsenfrüchte übergingen, ersteres schon früh auf die Schminkbohne, letzteres später auf die Erbse.

*Dolichos* beim Theophrast (*Hist. pl. L.* 8. *c.* 10.) scheint unsere Schminkbohne, denn Theophrast sagt, sie trage gute Früchte, wenn sie klettern könne, hingegen schlechte, wenn sie auf dem Boden liege. Galen (*de aliment. facultat. L.* 1. *c.* 28.) führt die Stelle an und deutet sie auf eine Frucht, welche man zu seiner Zeit kurz λοβὸς, Schote, nannte. Die Zusammenstellung von φασῆλος mit ὦχρος und πισὸς in dem Hippokratischen Buche *de diaeta* bringt Galen auf den Gedanken, da λάθυρος und φασῆλος nicht genannt werden, δόλιχος gehöre dahin. Auch beruft er sich auf eine Stelle beim Diokles Karystios, wo κύαμος, πισὸς, δόλιχος genannt werden, λάθυρος aber nicht, und setzt hinzu, man könne glauben, λάθυρος, ὦχρος, φασῆλος seyen einerlei. Dem Inhalte sollte auch δόλιχος hinzugefügt werden. Aber, schliefst er weiter, δόλιχος beim Diokles sey doch wohl diejenige Pflanze, welche man in den Gärten ziehe und deren Hülse man grün esse. Dioskorides beschreibt unter dem Namen σμίλαξ κηπᾶιος unsere Schminkbohne sehr gut (*L.* 2. *c.* 176.). Die Araber haben dieses schon eingesehen und Ebn Baithar führt bei der Schminkbohne (لوبيا) σμίλαξ von Dioskorides an. Die Schminkbohnen, und zwar die grofse Schminkbohne, nicht die Kriechbohne, waren den Alten schon bekannt, worauf die Wörter δόλιχος und φασῆλος übertragen wurden, welche früher Platterbsen bezeichneten. Das Vaterland der gemeinen Schminkbohne (*Phaseolus vulgaris*) so wie von der Kriechbohne (*Ph. nanus*) soll Indien seyn. Das ist allerdings wahrscheinlich, da diese Pflanzen nicht den geringsten Frost ertragen können; in den Verzeichnissen der in Indien gebaueten Pflanzen finde ich zwar *Ph. Max* und *Mungo*, aber nicht unsere Schminkbohne, und bestimmte Nachrichten über ihr Vorkommen in Indien fehlen ganz. Willdenow frägt an, ob die türkische Bohne (*Ph. multiflorus*) in Amerika zu Hause sey, veranlafst ohne Zweifel durch eine Nachricht im Houttuyischen Pflanzenwerke, dafs der Admiral Peter Heim diese Pflanze zuerst aus Brasilien

silien gebracht. Aber in den ältern botanischen Werken über Brasilien finde ich davon keine Nachricht.

Die Kicher (*Cicer Arietinum*) soll man wie die Linse auf den Saatfeldern des südlichen Europa wild finden, aber sie findet sich nur zuweilen und zufällig auf denselben. Sie ist der ἐρέβινθος der Griechen ohne allen Zweifel. Eine Hülsenfrucht (*Theophr. H. pl. L.* 8. *c.* 1.) mit einer tiefgehenden Wurzel (*c.* 2.), ein πλαγιοκαυλον (*c.* 3.) mit einer runden Hülse (*c.* 5.). Man säet sie zweimal im Jahre. Die Griechen nennen sie noch ἐρέβι. Schon in der Iliade kommen sie vor, nach der oben bei den Linsen angeführten Stelle. Man hatte, wie noch jetzt, von der Frucht viele Abarten, schwarze, weifse, rothe (*Theophr. H. pl. L.* 8. *c.* 6.). Der Name ἐρέβινθος bezeichnete nur die Kicher. Die Römer übersetzten ἐρέβινθος stets mit *cicer* und baueten diese Frucht gar häufig, wie dieses noch im südlichen Europa geschieht. Die Kichern heifsen noch jetzt *ceci* in Italien, *pois chiches* in Frankreich, Kichern in Deutschland, Namen welche von *cicer* herkommen, nur in Spanien und Portugal nennt man sie maurisch *garavanzos*. Eine Abart hiefs bei den Alten κρίος, lateinisch *Arietinum*, wegen der Aehnlichkeit mit einem Widderkopfe. Die Alten reden auch sehr oft von der Säure, welche die Kichern ausschwitzen und welche in neuern Zeiten zu manchen chemischen Untersuchungen Veranlassung gegeben hat (S. Scherers Journ. für Chem. Th. 8. S. 272.). Sie nennen sie ἅλμη oder *salsugo*, und behaupten, dafs sie den Kichern eigenthümlich sey und ihrem Wachsthum nicht schade. Die Kicher wird im ganzen südlichen Europa, im Orient, in Kabul (*michhod*), in Nordindien (*But*) gebauet. Sie gehört für ein Klima, wie das südliche Europa ist. Dioskorides hat wilde Kichern (*L.* 2. *c.* 126.), und so auch Plinius (*L.* 2. *c.* 25.), aber jener setzt hinzu, sie sey der Frucht nach verschieden, also gewifs eine andere Art. *Cicer punicum* (*Colum. L.* 2. *c.* 10. 20.) halte ich eher für eine Abart von der Kicher, als für *Lathyrus sativus*.

Eben so klar ist alles, was die Lupine (*Lupinus albus*) betrifft, *lupinus* der Römer, θέρμος der Griechen, eine Pflanze, welche durch das ganze südliche Europa gebauet wird. Sie hat eine sehr ausgezeichnete Eigenschaft, welche auch die Alten anführen, die Bitterkeit nämlich der Saamen, welche sie ganz ungenieſsbar macht, wofern man sie nicht vor dem Kochen in Wasser einweicht und dieses abgiefst. Nur *Lupinus albus* wird im südlichen Europa der efsbaren Frucht wegen gebauet, *L. Termis* nach Forskål in Aegypten. Die Araber haben den griechischen Namen in ihrer Sprache

beibehalten. *L. angustifolius* wird bei Bordeaux zum Viehfutter gesäet. Es giebt viele Arten von Lupinen im südlichen Europa wild, *L. varius, pelosus, luteus, angustifolius, hirsutus*, aber es ist sehr auffallend, wie sich das beständige häufige Vorkommen dieser Arten als wild in den Getreidefeldern von dem einzelnen und seltenen Vorkommen des *L. albus* auszeichnet.

Im südlichen Europa wird die Platterbse (*Lathyrus sativus*) nicht selten gebauet und zwar gewöhnlich die Abänderung mit weifsen Blumen; die mit blauen Blumen soll nach Clusius zuerst aus Aegypten gekommen seyn. Vormals wurde diese Pflanze viel häufiger gebauet als jetzt, wie man aus den ältern Kräuterbüchern sieht. Der Genufs derselben wird hin und wieder für schädlich gehalten, man hat noch jüngst geglaubt, dafs Lähmungen entstehen könnten, wenn das Mehl der Saamen dem Brote beigemengt werde. Man hält die Platterbse für den λάθυρος der Alten, und Theophrast's Nachrichten stimmen damit überein; er soll lange Blätter haben und auf der Erde liegen, wie πισὸς (*H. pl. L.* 8. *c.* 3.); auch die Neugriechen nennen ihn λάθυρι. Mit λάθυρος stellt Theophrast immer ὦχρος zusammen. Beide werden bald mit *Cicera*, bald mit *cicercula* übersetzt, ὦχρος auch wohl mit *ervilia*. Die Uebertragung von ὦχρος auf *Pisum Ochrus* ist ohne allen Grund. Λάθυρος und ὦχρος sind gewifs wenig verschieden, so auch *cicera* und *cicercula*. Columella sagt von *cicera* (*L.* 2. *c.* 11.): *Hominibus non inutilis nec injucunda, sapore certe nil differt a cicercula, colore discernitur, est obsoletior et nigro propior.* Da *L. sativus* eckige, *L. Cicera* runde Saamen hat, so möchte auch wohl die *cicercula* der Alten nicht *L. Cicera* seyn, sonst würde Columella gewifs jenen Unterschied und nicht die blofse Farbe angeführt haben. Wir kommen also darauf zurück, dafs πισὸς, λάθυρος, ὦχρος, *pisum, cicera, cicercula* Abarten sind. In Italien heifst *L. sativus cicerchia*, in Frankreich sonst *sars*, jetzt *gesse* oder *pois de brebis*, in Spanien und Portugal *chicharo*. Bis nach Nordindien bauet man sie und der Sanskritname ist *kesari*, sonderbar ähnlich dem Worte *cicera*. Sie gehört für das Klima des südlichen Europa, findet sich auch wohl wie Linsen und dergleichen in den Feldern wild. Dioskorides, welcher kein Küchenkraut, keine efsbare Frucht übergeht, hat λάθυρος, πισὸς, ὦχρος gar nicht, nur φασίολος, ein Name, der nach Galen mit ὦχρος zusammenfällt, welches ebenfalls den geringen Unterschied dieser Benennungen beweiset.

*Lathyrus Cicera* wird jetzt nur als Futterkraut in einigen Gegenden von Frankreich gebauet.

*Aphaca* kommt beim Theophrast (*H. pl. L.* 8. *c.* 1.) vor. Man soll sie spät säen; die Hülsen sind breit wie an der Linse; sie haben die Aehnlichkeit mit dem männlichen Gliede, wie die Bohne (*c.* 2.). Dioskorides beschreibt (*L.* 2. *c.* 177.) *Aphaca* als ein Kraut höher als die Linse, mit schmalen Blättern, mit Hülsen gröfser als an der Linse, worin sich 3 bis 4 Saamen befinden. An *Lathyrus Aphaca* ist, wie man leicht sieht, nicht zu denken, da diese runde Blätter (eigentlich Afterblätter) hat. Die Römer reden von *Aphaca* nicht, nur Plinius spricht davon als von einem wilden Kraute (*L.* 21. *c.* 13.), auch sagt er *amara aphace* (*c.* 17.). Dafür reden die Römer nur von *Vicia*, nicht die Griechen, ausgenommen die spätern, welche aber das Wort *βήκια* aufgenommen haben. Columella lehrt den Bau der Wicken (*L.* 2. *c.* 11.), und es ist nichts, welches der Meinung entgegenstände, die *vicia* der Römer sey unsere *Vicia sativa*, auch ist der Name *vicia* in alle Sprachen übergegangen. Aber wie hiefs *Vicia* bei den ältern Griechen? Die Araber scheinen Recht zu haben, welche *aphaca* mit *vicia* بيقيا übersetzen; auch stimmen die Beschreibungen der Griechen von *aphaca* sehr wohl mit unsere Wicke überein, und Galen verbindet beide Namen, doch spricht er sich nicht deutlich über die Uebereinstimmung beider aus. Das Vaterland der Wicke ist ungewifs. Von dem Gemüskraute *Aphaca* wird unten die Rede seyn.

Ὄροβος der Griechen, *ervum* der Römer ist, wie man auch allgemein annimmt, *Ervum Ervilia*. Ein Kennzeichen ist vorhanden, welches diese Pflanze kenntlich macht, die betäubende Eigenschaft derselben. Von dieser reden Theophrast, Columella und andere. Man hatte den Glauben, diese Eigenschaft hänge von der Zeit ab, zu welcher das Korn gesäet wurde. Die Pflanze wächst im südlichen Europa wirklich wild. Die Neugriechen nennen die Frucht ροβι, in die meisten andern neuern Sprachen ist *ervum* übergegangen; die Italiäner nennen sie *veggiola*.

*Trigonella Foenum graecum* wurde von den Alten viel gebauet, und auch jetzt geschieht es noch, vorzüglich zum Viehfutter. Die Saamen wurden von den Alten sehr häufig als Arzneimittel angewandt; auch benutzten sie den Schleim derselben. Nach Galen afs man das grüne Kraut. In Theophrast's Schriften kommt nur βύκεφας vor, bei den spätern Griechen heifst die Pflanze τήλις; Galen sagt, beides sey nicht ver-

schieden, und setzt noch den Namen ἀιγίκερως hinzu. Die Römer baueten die Pflanze unter dem Namen *Foenum graecum*, welcher in alle neuern Sprachen übergegangen ist. Auch die Araber liebten die Pflanze sehr als Arzneimittel und nannten sie حلبة. Sie scheint wirklich im südlichen Europa wild zu seyn.

Ἄρακος wird von Galen als ein alter Name der Platterbse angeführt, der schon in einem nicht mehr vorhandenen Lustspiele der Aristophanes vorkomme. Im Theophrast (*H. pl. L.* 8. *c.* 8.) ist von einem Unkraute dieses Namens die Rede. Galen spricht von einem Unkraute ἄραχος, welches ohne Zweifel dasselbe ist. Sprengel räth für das erste auf *Pisum arvense*, für das zweite auf *Ervum tetraspermum* oder *Vicia lathyroides*. Die letztere kommt wohl nicht im südlichen Europa als Unkraut vor, und was die beiden ersten betrifft, könnte man eben so wohl auf eine andere Art von *Lathyrus* oder *Vicia* rathen. Eben so ungewifs bleibt es, was ἀραχίδνη beim Theophrast (*L.* 1. *c.* 11, *c.* 6. *ed. Schneid.*) sey. Die Pflanze soll unter der Erde Früchte bringen, weswegen Sprengel auf *Lathyrus amphicarpos* in der Geschichte der Botanik, auf *Arachis hypogaea* in der *Herbar. Botanic.* räth. Aber nach Theophrast soll die Pflanze keine Blätter, nicht einmal etwas Aehnliches haben, und alle genannten Pflanzen sind mit Blättern versehen.

---

Unter Futterkräutern verstehen wir solche Gewächse, welche zum Viehfutter geschnitten werden, ehe der Saame reift. Ihr Anbau gehört zu den spätern Künsteleien der Landwirthschaft und folgt lange nach dem Anbaue der Getreidearten und der Hülsenfrüchte.

Am spätesten und erst im vorigen Jahrhundert hat man angefangen, Grasarten auf künstlichen Wiesen zu bauen. Zuerst wurden nur mit einigen Gräsern Versuche gemacht, dann ging man nach und nach zu andern über, und die Gewinnsucht, welche beim Saamenhandel ins Spiel kam, empfahl so viele Arten zum Anbau, dafs dieser des Betrugs wegen hin und wieder verdächtig wurde. *Avena elatior*, *Lolium perenne*, *Holcus lanatus*, *Poa aquatica*, *Phleum pratense*, *Alopecurus pratensis*, *Avena flavescens*, *Bromus giganteus*, *Elymus sibiricus*, *Agrostis alba* sind mit mehr oder weniger Nutzen gebauet worden.

Der Bau des Wiesenklees (*Trifolium pratense*) war den Alten ganz unbekannt, ja sie erwähnen dieser Pflanze nicht einmal im wilden Zustande, wenn sie nicht unter dem Namen *lotus* versteckt ist, wie das Volk jetzt auch wohl alle Pflanzen mit dreifachen Blättern Klee nennt. Aber alle botanischen Schriftsteller nach dem Mittelalter führen den Klee auf als Futterkraut, und er mufs schon früh gebauet seyn. Er wächst nur in kältern Ländern wild, nicht mehr da, wo die Aloe in Hecken blüht; sein Anbau mufs also von nördlichen Völkern erfunden seyn. Eben so wenig finden wir bei den Alten Spuren, dafs eine andere Kleeart, oder das *Hedysarum coronarium*, welches in Italien jetzt ein gemeines Futtergewächs ist, oder die Esparcette (*Hedysarum Onobrychis*) gebauet wurden.

Unter den Futterkräutern der Alten stellt man den *Cytisus* oben an, und es ist über keine Pflanze der Alten so viel geschrieben worden als über diese. Schon 1731 erschien zu London eine *Dissertation on the Cytisus of Ancients* von Steph. Switzer, welche ich nicht kenne, dann haben Miller in seinem Gartenlexikon, Vofs zu Virgils Gedicht vom Landbaue, Schneider zum Columella, Sprengel in den *Antiquitatibus botanicis* davon geredet. Vofs und Sprengel halten mit den ältern Botanikern den *Cytisus* für *Medicago arborea*, Schneider für einen *Cytisus* der Neuern, und Miller, allen Zeugnissen zuwider, für keinen Strauch. Dieser Gegenstand verdient aber eine genauere Untersuchung in einer andern Rücksicht.

Aristoteles sagt (*Hist. Anim. L. 3. c. 18. §. 8.*), der *Cytisus* vermehre dem Viehe die Milch, nur schade er in der Blüthe. Vielleicht gab diese Stelle die erste Veranlassung zur Empfehlung des *Cytisus* als Futtergewächs. Theophrast erwähnt des *Cytisus* nur beiläufig (*Hist. pl. L. 1. c. 6.*), schreibt ihm ein sehr hartes Holz und zwar im Innern des Stammes zu, ein Umstand, der sehr gut auf *Medicago arborea* pafst, aber von dem Baue desselben zur Futterung ist nirgends die Rede. Nun erscheint zur Zeit der Alexandriner Aristomachus mit einem Buche über den *Cytisus*, dem Democritos und andere folgen. Κυθνὸς, eine der Kykladen, war berühmt wegen des trefflichen Käses; dort wuchs *Cytisus* in Menge; man schrieb diesem die Vortrefflichkeit des Käses zu, und mit Lobpreisung des *Cytisus* wurde der Bau desselben als Futterkraut empfohlen. Dafs dieser *Cytisus Medicago arborea* sey, ist wahrscheinlich; aufser Theophrast erwähnt auch Plinius des harten Holzes (*L. 16. c. 38. 40.*), und *Cytisus Laburnum, alpinus*, deren Holz nicht weniger hart ist, haben bittere Blät-

ter, welche kein Vieh frifst. Aber der Bau des *Cytisus* scheint sehr beschränkt und vorübergehend gewesen zu seyn, wenn er überhaupt als Futterkraut gebauet wurde. Plinius sagt (*L.* 13. *c.* 24.): *Invenitur hic frutex in Cythno insula, inde translatus in omnes Cycladas, mox in urbes graecas magno casci proventu; propter quod maxime miror rarum esse in Italia.* Dioskorides beschreibt (*L.* 4. *c.* 113.) den *Cytisus* als einen weifslichten Strauch, wie der *Rhamnus* mit ellenlangen Aesten, Blättern wie *Foenum graecum* oder λῶτος τριφυλλος, nur kleiner und mit einer gröfsern Rückennerve, welche gerieben wie Rauke (*Brassica Eruca*) riechen und wie grüne Kichern schmecken. Dieses pafst auf *Medicago arborea* sehr wohl. Er setzt hinzu: einige pflanzen ihn der Bienen wegen. Also kein Wort von dem Anbau als Futterkraut, was sonst Dioskorides nicht zu übergehen pflegt; auch trennt er ihn ganz von diesen und handelt ihn an einem andern Orte unter den Sträuchern ab. Varro führt den *Cytisus* unter den Futterkräutern nur beiläufig an (*L.* 1. *c.* 23. §. 3. *L.* 2. *c.* 1. §. 26. *L.* 2. *c.* 2. §. 28.), immer mit *Medica* zugleich, auch sagt er, dafs ihn zwei Spanier, Brüder, für die Bienen gepflanzt hätten (*L.* 3. *c.* 16. §. 14.) und dadurch reich geworden wären. Aber Columella unterscheidet schon in Rücksicht auf die Bienen den *Cytisus suae spontis* vom *Cytisus sativa* (*L.* 9. *c.* 4.), und in Spanien vorzüglich, aber auch in Italien, giebt es so viele Arten von *Cytisus* und *Spartium*, welche den Bienen Stoff zu Honig geben, dafs man diese statt des wahren *Cytisus* leicht gebrauchen konnte. Columella redet umständlich vom Cytisusbau, aber nicht wo von Futterkräutern, sondern wo von Baumschulen die Rede ist, und sagt (*L.* 5. *c.* 11.): *At priusquam finem libri faciamus — de cytiso dicere tempestivum est.* Nun folgt ein ganzes Kapitel über den Anbau des *Cytisus*, welches aber aus dem Griechischen des Andromachus entlehnt zu seyn scheint. Dieses wird durch die Vergleichung mit den Nachrichten beim Plinius wahrscheinlich, welcher dem Aristomachus nach seiner eigenen Angabe folgt, aber, wie gewöhnlich, oft flüchtig und falsch liest. Die Geoponica führen den *Cytisus* nur beiläufig an und nicht als Futterkraut (*L.* 10. *c.* 3. §. 8. *L.* 14. *c.* 16. §. 8. *L.* 15. *c.* 2. §. 6.), nur *L.* 3. *c.* 1. §. 8. heifst es, man solle im Januar den *Cytisus* grün mähen, und zwar genommen ἐκ τῶ Βαρρῶνος καὶ τῶν Κυντιλιῶν, also aus römischen Schriften, welche die Nachrichten von Aristomachus ohne Zweifel hatten, denn die angegebene Jahreszeit pafst mehr auf das Klima von Aegypten als von Rom. Auch findet sich *L.* 17. *c.* 8.

§. 1. die Angabe von Didymus, man solle mit *Cytisus* oder *Medica* Milchkühe füttern, aber nur flüchtig hingeworfen. Es ist also gar kein Beweis vorhanden, dafs bei den Alten der *Cytisus* als Futterkraut häufig gebauet wurde, und es scheint bei den Vorschlägen des Aristomachus geblieben zu seyn, wie bei so vielen Vorschlägen unserer neuen gelehrten Oekonomen. Wenn der gelehrte Idyllensänger am Hofe der Ptolemäer und sein Nachahmer Virgil oft vom *Cytisus* in ihren Gedichten reden, so dürfen wir darum nicht glauben, dafs man ihn häufig gebauet habe.

Ein sehr altes Futterkraut ist die *Herba medica.* Theophrast erwähnt derselben und sagt der Mist schade ihr (*Hist. pl. L.* 8. *c.* 7. §. 7. *ed. Schn.*). Dioskorides (*L.* 2. *c.* 177.) beschreibt sie wie das τρίφυλλον (*Psoralea bituminosa*), aber mit schmalen Blättern, Saamen wie Linsen, und gedrehten Hülsen. Das letzte, ein wesentliches Kennzeichen, fehlt zwar in unsern Ausgaben, doch ist eine Lücke angezeigt, und in den arabischen Uebersetzungen sind die Worte vorhanden. Er setzt hinzu, dafs man das Kraut zum Viehfutter baue. Dieses pafst ganz auf *Medicago sativa*, die Luzerne. Was Columella (*L.* 2. *c.* 11.) vom Anbaue, von der Dauer auf zehn Jahre sagt, stimmt ebenfalls damit überein. Von dem Namen sagt Plinius (*L.* 18. *c.* 16.): *Medica externa etiam Graeciae, et a Medis advecta per bella Persarum quae Darius intulit.* Die Luzerne ist nicht in Europa einheimisch, denn sie wächst nur dort gleichsam wild, wo sie noch gebauet wird oder einst gebauet wurde. Auch erfriert sie leicht in kalten Ländern.

Von der Wicke, dem Bockshorn (*Trigonella Foenum graecum*), der Ervilie habe ich schon oben geredet. Was die Alten *farrago* und *ocymum* nennen, erklärt Plinius (*L.* 18. *c.* 16.). Jenes bestand aus Spelz oder Gerste mit Wicken zusammen gesäet, dieses aus einem Gemenge von Bohnen, Wicken, Ervilien und *avena graeca, cui non cadit semen.* Was diese *avena graeca* sey, läfst sich schwer bestimmen. Nach Varro hat dieses Gemenge den Namen *ocymum* von ὠκυς, schnell, weil es schnell wächst. Zu Plinius Zeiten war indessen *ocymum* schon ganz unbekannt; die bessere Landwirthschaft hatte das Mengefutter schon abgeschafft.

Die meisten Feldfrüchte, welche wir in Europa bauen, sind aus fernen Ländern und nicht in Europa einheimisch. Umgekehrt sind die meisten Gartengewächse oder Gemüskräuter in Europa einheimisch und nach andern Welttheilen erst verpflanzt worden. Der Westen hat dem Osten dadurch einigermafsen wieder ersetzt, was er von diesem nahm, und er hat dadurch Antheil an dem bessern Zustande des Menschengeschlechtes. Nur einige Küchenkräuter, die Gurkenarten, stammen aus wärmern Gegenden, und die Laucharten haben ein unbekanntes Vaterland.

Der Kohl (*Brassica oleracea*) war schon früh bekannt. Pythagoras soll von den Heilkräften desselben geschrieben haben, wie Plinius sagt (*L.* 20. *c.* 9.); und wenn auch diese Nachricht, wie so viele von Pythagoras, ungegründet seyn mag, so zeigt sie doch, dafs man den Gebrauch des Kohls für sehr alt hielt. In den Homerischen Schriften ist, vielleicht zufällig, von Kohl keine Rede, später wird desselben häufig von Aristophanes gedacht. Die ältern Griechen nannten den Kohl ῥάφανος, später wurde der Name der krausen Abart κράμβη auf die ganze Art übertragen. Der Scholiast zum Plutus von Aristophanes sagt bestimmt (*ed. Brunk. p.* 544.), was die Alten ῥάφανος genannt, heifst jetzt κράμβη, und Athenäus erklärt ῥάφανος durch κράμβη (*Deipnosoph. L.* 9. *c.* 9.). Es ist daher kein Grund vorhanden, ῥάφανος durch Rettig beim Theophrast zu erklären, wie Schneider schon gehörig bemerkt hat. Wenn die Alten den Kohl nicht genau beschreiben, so sind doch die Angaben der Abänderungen, die Art des Anbaues und selbst der Name (*caulis*) bezeichnend genug für dieses Gewächs. Theophrast, Cato, Plinius, Athenäus reden von den Abarten des Kohls so, dafs man mehrere der jetzt noch bekannten Abarten darunter erkennt. Der krause Kohl hiefs σελινάσιος, weil er kraus ist wie die krause Petersilie, und dieser erhielt zuerst den Namen κράμβη. Weifskohl kannten die Alten ebenfalls, wie sich aus der Beschreibung des Kopfes (*caput*) beim Plinius ergiebt. Aber ich finde keine Spuren von Blumenkohl, denn die *cyma*, welche man darauf hat deuten wollen, ist eine Art von Sprossenkohl, und Prosper Alpin redet von Blumenkohl in Aegypten, als einem neuen Erzeugnisse. Die Blumenstiele bleichten die Alten dadurch, dafs sie die Blätter darum zusammenbanden, und genossen sie dann. Auch reden sie von einem Kohl an den Meeresküsten, der runde Blätter haben und von scharfem Geschmack seyn soll; wahrscheinlich meinen sie den wilden Kohl, nicht *Br. arctica*, welche strauchartig ist. Der Kohl wächst wild an den

den Seeküsten von England an mehreren Stellen, auch hat ihn Sibthorp an den Seeküsten von Griechenland gefunden. Es ist sonderbar, dafs er in so verschiedenen Gegenden allein wild wächst, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs er sich auch an andern Küsten in Europa wild fand, dort aber nach und nach durch das Vieh ausgerottet wurde. Der Anbau des Meerkohls, *Crambe maritima*, einer Pflanze, welche an manchen Küsten des nördlichen Europa wild wächst, ist ganz neu und hat sich noch nicht weit über England hinaus verbreitet. In China bauet man eine besondere Art von Kohl, *Brassica orientalis* von Barrow genannt, welche aber nicht mit *Brassica orientalis* Linn. zu verwechseln ist.

Theophrast stellt drei Gemüskräuter zusammen (*Hist. pl. L. 1. c. 14. §. 2. ed. Schneid.*): *βλίτον*, *ἀνδράφαξις*, *ἕλφανος*. Er schreibt dem zweiten eine gerade niedersteigende Wurzel zu, aus der alle andere Wurzeln kommen (*L. 2. c. 2.*). Nach Dioskorides (*L. 2. c. 145.*) nennen es Einige auch *χρυσολάχανον*; man ifst das Kraut gekocht; es erweicht. Aristophanes erwähnt ihrer schon. Die Römer übersetzen *ἀνδράφαξις* mit *Atriplex* (*Plin. H. nat. L. 20. c. 30.*), fügen aber wenig zu ihrer nähern Bestimmung hinzu. Man hält allgemein diese *Atriplex* für unsere Melde, *Atriplex hortensis*, und es ist nichts dagegen, aber auch nichts weiter dafür zu sagen. Die Melde fand der ältere Gmelin wild im südlichen Sibirien. Das *βλίτον* bestimmt man allgemein als *Amaranthus Blitum*. Die Nachrichten der Alten z. B. beim Dioskorides, Plinius, Galen u. a. sind so kurz und so wenig beschreibend, dafs jene Behauptung nur auf einer Tradition beruht. Ehemals afs man dieses Kraut häufiger als jetzt; am häufigsten werden in Portugal verschiedene Arten von Amaranthen (*Am. Blitum* nicht) unter dem Namen *Bredos* gegessen, welcher, nach der Natur dieser Sprache das *l* hinter einem Mitlauter im Anfange des Wortes in *r* zu verwandeln, ferner bei der häufigen Verwechselung von *i* und *e*, so wie von *t* und *d*, ohne Zweifel aus *Blitum* entstanden ist. *A. mangostanus* und *gangeticus* sind in Nordindien die gemeinsten Küchengewächse. Wahrscheinlich afsen die Alten nicht eben *Am. Blitum*, sondern *Am. albus* und vielleicht andere Arten, welche zarter sind als *A. Blitum* und häufiger im südlichen Europa wachsen als dieser.

Ueber den Spinat (*Spinachia oleracea*) hat bereits Beckmann (Geschichte der Erfindungen IV. 116.) Untersuchungen angestellt, wie man sie von diesem fleifsigen Gelehrten erwarten kann. Er hat gezeigt, dafs bei

den Alten keine Spur von diesem Gewächse vorkommt, und dafs erst im Mittelalter, nach Dufresne's *Glossarium*, der *Spinachia* Erwähnung geschieht. Ich setze hinzu, dafs bei den Arabern der Spinat schon sehr bekannt war, weil sie es nicht der Mühe werth hielten, ihn zu beschreiben, wie aus Ebn Baitar erhellt. Doch scheint der Name *Spinachia* der ursprüngliche, denn das arabische اسبانخ hat nicht das Ansehen eines ursprünglich arabischen Wortes. Der Name Spanisches Kraut, welchen einige Schriftsteller anführen, ist aber ohne Zweifel eine Verstümmelung des arabischen Wortes, welches man Hospanach und Hispanach schrieb. Das Vaterland des Spinats ist unbekannt. Marschal von Biberstein fand aber eine sehr verwandte Art, *Sp. tetrandra*, im östlichen Armenien wild, welche auch von den Einwohnern gegessen wird, und meint, unsere *Sp. olerasea* sey nur eine Abart davon; eine sehr wahrscheinliche Vermuthung.

Desto bekannter war den Alten das *Lapathum* als ein Gemüsgewächs. Man zweifelt nicht daran, dafs es *Rumex Patientia* sey. Dioskorides beschreibt verschiedene Arten von *Lapathum* (*L. 2. c. 140. 141.*), aber es ist schwer aus seinen Beschreibungen etwas herzuleiten. Bezeichnend sind einige Ausdrücke beim Theophrast (*L. 7. c. 2. §. 7.*), welche sich auf die Gröfse und Stärke der Wurzel beziehen, wie sie *Rumex Patientia* hat. Die Pflanze wächst auf den etwas hoch gelegenen Wiesen des mittleren und südlichen Europa wild; auch sagt Horaz: *herba lapathi prata amantis.* Plinius behauptet, das wilde *Lapathum* sey besser als das gebauete, und allerdings hält es mehr Säure. Man afs sonst *Rumex Patientia* häufig in Deutschland als Gemüse, und noch jetzt wird er hin und wieder unter dem Namen des Englischen Spinats zum Gemüse gebauet. Der Name *Patientia* stammt aus dem Französischen *Patience* ab, weil man ihn zu einer Jahreszeit geniefst, wo es noch wenige Gemüse giebt und man sich mit diesem behelfen mufs. Unter den Arten von *Lapathum* führt auch Dioskorides die ὄξαλις oder ἀνάξυρις auf. Unser Sauerampfer (*Rumex acetosa*) kann dieses Kraut wohl nicht seyn, da es als sehr niedrig beschrieben wird, vermuthlich ist es *Rumex scutatus*, der Gartensauerampfer, ein im ganzen südlichen oder mittleren Europa häufiges Kraut.

Θριδακίνη oder Θρίδαξ, *Lactuca*, ist, nach dem Namen zu schliefsen, der sich in allen neuern Sprachen unverändert erhalten hat, unsere *Lactuca sativa*. Das Kraut war zu bekannt, als dafs man sich die Mühe genommen hätte, es zu beschreiben. Was die Alten von den Wirkungen der *Lactuca*

sagen, widerspricht der Vermuthung, dafs unsere *Lactuca* gleichfalls die *Lactuca* der Alten gewesen sey, nicht; schon der Milchsaft, woher der Name *Lactuca*, deutet darauf. Indessen scheinen doch verwandte Pflanzen denselben Namen gehabt zu haben. Die Lactuke mit Distelblättern beim Theophrast (*H. pl. L. 7. c. 4. §. 5.*) mag eine krause Abart seyn, aber die breitstielige, aus deren Stämmen man Gartenthüren machte, war, wenn auch Monstrosität (*caule fasciato*), doch wohl eine verwandte Art. Unter *Lactuca sativa* sind auch jetzt noch zwei Arten verborgen. Wo die Lactuke wild wächst, ist ganz unbekannt. Die wilde Lactuke der Alten (*Dioscorid. L. 26. c. 61.*) ist *Lactuca virosa*. Die Lactuke war schon in sehr frühen Zeiten bekannt. Sehr viele Pflanzen aus der natürlichen Ordnung *Semiflosculosae* scheinen die Alten gegessen zu haben, welche Theophrast (*Hist. pl. L. 7. c. 7. §. 1.*) herrechnet, χιχώρη, ἀφάκη, ἀνδρυάλα, ὑποχοιρὶς, ἠριγέρων, und die sie χιχωριώδη nennt, wegen der Aehnlichkeit der Blätter. Dioskorides führt ἠριγέρων (*L. 4. c. 97.*) an, welches man mit *Senecio* übersetzt, und dessen Beschreibung auch nicht übel auf *Senecio vulgaris* oder eine verwandte Art pafst. Aber efsbar ist dieses Kraut wohl nicht. Dioskorides redet auch nicht von dem Gebrauche zum Gemüse und führt auch nicht mit andern Gemüskräutern dieses Gewächs auf. Galen schweigt ganz davon. Vermuthlich hatte das Wort eine andere Bedeutung in späteren Zeiten angenommen. ὑποχοιρὶς wird vom Theophrast mit χιχώριον verglichen (*Hist. pl L. 7. c. 11. §. 4.*), soll aber glätter, zahmer anzusehen (ἡμερωτέρα τῇ προσόψει) und süfser seyn. Dafs die Pflanzen, welche man dafür gehalten hat, *Hyoseris hedypnois*, *Hypochoeris Linn.*, nicht hieher gehören, zeigt die Vergleichung mit *Cichorium*. Ἀνδρυάλα kommt nur an dieser Stelle vor. Ἀφάκη wird *c. 11. §. 4.* als ungenieſsbar beschrieben. Unter den Gemüskräutern und den *Cichoraceae* kommt das Wort allein beim Theophrast vor, und beim Plinius, welcher diese Stellen übersetzt. Schon Bauhin begreift nicht, warum Theophrast dieses Kraut unter den Gemüskräutern aufführt, und doch nachher sagt, es sey ungenieſsbar. Wenn man das καὶ herstellt, welches Schneider in Klammern eingeschlossen hat, so läfst sich die Stelle *L. 7. c. 4. §. 1.* so erklären, dafs man auch Kräuter λάχανα genannt habe, blofs der Aehnlichkeit mit *Cichorium* wegen. Es ist ganz vergeblich, diese Pflanzen bestimmen zu wollen, zumal da spätere Schriftsteller mancher unter ihnen gar nicht gedenken. Mir scheinen sie zum Theil nur Abänderungen der Cichorie oder der Endivie, welche selbst nur eine

Abänderung der Cichorie seyn mag, zu bezeichnen. Κιχωρίον (*Theophr. H. pl. L. 7. c. 11. §. 3.*), auch σέρις genannt (*Dioscor. L. 2. c. 160.*), bei den Lateinern *Intybus* (*Galen. de aliment facult. L. 1.*), wird so von den Alten beschrieben, dafs die Beschreibung recht wohl auf unsere Cichorie und Endivie paſst (S. besonders *Theophr. L. 7. c. 8. §. 3.*). Willdenow meinte, die Endivie wachse in Ostindien wild, weil er ein Exemplar daher hatte, aber es ist noch sehr zu zweifeln, ob es dieselbe Art ist. Die Cichorie ist bekanntlich ein in ganz Europa wildes Gewächs.

Eine Pflanze wurde von den Griechen und Römern häufig und seit den frühesten Zeiten gegessen, deren Gebrauch sich ganz seit dem Mittelalter verloren hat. Es ist die *Malva* der Römer, μαλάχη der Griechen. Dafs die Alten unter μαλάχη, welcher Name schon beim Hesiod vorkommt, oder unter μολόχη eine Malvacee meinten, erhellt aus der sehr guten Beschreibung der Frucht von Phanias beim Athenäus (*L. 2. c. 52.*), wodurch die *Malva* verwandten Pflanzen sehr kenntlich sind. Welche Pflanze dieser Gattung aber gegessen wurde, ist schwer zu bestimmen. Die Alten unterscheiden die wilde *Malva* von der gebaueten (*Dioscor. L. 2. c. 144.*), und Theophrast sagt von der letztern, sie werde fast baumartig (*Hist. pl. L. 1. c. 5.*). Daher hält auch Sprengel diese Pflanze für *Lavatera arborea*, und Sibthorp für *Alcea rosea*, welche in Griechenland allgemein wild wächst. Die Blätter dieser Pflanzen sind aber sehr hart. Wahrscheinlich wird doch eine andere zwar grofse aber zartere Malvenart darunter verstanden, vielleicht *Malva crispa*, eine vermuthlich im Orient einheimische Pflanze mit zarten Blättern und einem oft sehr hohen dicken Stamme. Es folgt nicht aus den Schriften der Alten, dafs die *Malva* in Griechenland wild wachse, denn was sie wilde und gebauete Pflanzen nennen, sind oft verschiedene Arten, wie wir oben bei der Lactuke gesehen haben. Aufserdem hatten aber die Alten noch eine kleinere Art (*Plin. L. 20. c. 21. Apic. L. 3. c. 8.*), welche vielleicht *M. rotundifolia* ist. Sie machten diese Kräuter durch Zusätze schmackhaft.

Die Bete (*Beta rubra* und *Cicla*) war den Alten wohl bekannt und über die Bestimmung derselben herrscht kein Zweifel. Die Römer nannten sie *Beta*, die Griechen τεύτλιον, τεύτλις oder σεύτλιον. Theophrast unterscheidet zwei Arten (*H. pl. L. 7. c. 4. §. 4.*), die schwarze, welche wir die rothe nennen, und die weifse. Die Römer unterscheiden statt deren Winter- und Sommer-Bete (*Plin. L. 19. c. 8.*). Athenäus hat vier Arten der

Bete (*L.* 9. *c.* 11.): σπαρσὸν, καυλῶτον, λευκὸν, πανδημὸν. Die beiden letztern lassen sich bestimmen, die beiden erstern bleiben zweifelhaft. Καυλῶτον war vermuthlich dieselbe grofse Abart, von welcher Theophrast als von einer baumartigen Pflanze redet (*H. pl. L.* 1. *c.* 2. §. 3. *Schn.*). Linné setzt das Vaterland der weifsen Bete nach Portugal, an den Ufern des Tagus, das Vaterland der rothen nach dem südlichen Europa überhaupt. Das erste ist nicht ganz unrichtig; dort wächst eine Mittelart zwischen der rothen und weifsen Bete wild, welche man aber wohl für die Stammart halten kann, und welche vermuthlich an mehreren Orten im südlichen Europa vorkommt.

Ανδράχνη wird von Theophrast, Dioskorides, Galen nicht beschrieben, nur als Gemüskraut genannt. Man übersetzt das Wort mit *Portulaca*, vielleicht nur weil Dioskorides von der wilden *Andrachne* sagt, sie habe dickere Blätter. Nach den angegebenen Eigenschaften hat sie einen zähen Schleim. Die Pflanze läfst sich nicht bestimmen. Ein Strauch wird auch mit demselben Namen benannt.

Στρυχνὸς gehört zu den Gemüskräutern, wird nach Theophrast auch roh gegessen, da hingegen *Malva* und andere gekocht werden (*H. pl. L.* 7. *c.* 7. §. 2.). Die Stelle, welche von einer efsbaren Frucht verstanden wurde, hat Schneider verbessert (*L.* 7. *c.* 15. §. 3.). Die Frucht ist wie eine Weinbeere, sagt Theophrast. Man mufs davon andere gleichnamige Pflanzen unterscheiden (*L.* 9. *c.* 12. §. 5.). Dioskorides beschreibt die Pflanze als einen nicht grofsen Strauch mit schwärzlichen Blättern, einer runden, erstlich grünen, dann rothen oder schwarzen Frucht. Galen hält dieses Kraut für sehr zusammenziehend; man esse dasselbe selten. Viele Ausleger hielten diese Pflanze für eine *Physalis*, aber von efsbaren Früchten ist keine Rede. Auch diese Pflanze wage ich nicht zu bestimmen. *Solanum nigrum*, worauf man gerathen, wird nicht roh gegessen.

Die Nessel, ἀκαλύφη, wurde nach Galen als Gemüse gegessen, wie noch jetzt in manchen Gegenden geschieht, wo man sie mit andern Kräutern vermengt im Frühjahr kocht.

*Ocimum* (ὠκίμον) wird von Theophrast an der oft erwähnten Stelle unter die Gemüsgewächse gerechnet. Es habe eine holzige Wurzel wie ἔυζωμον (*H. pl. L.* 1. *c.* 6. §. 6. *Schn.*), werde durch Schöfslinge (ἀπὸ βλαστῶν) fortgepflanzt wie ἐρίγανος (*L.* 7. *c.* 2. §. 1.), die Wurzel sey einfach und dick (§. 7.). Dioskorides (*L.* 2. *c.* 171.) beschreibt das Kraut

gar nicht; Galen nennt es schwer verdaulich (*Op. Basil.* IV. 333.). Man hat auf unsern Basilik (*Ocimum. Basilicum*) gerathen, doch pafst das Gedachte nicht darauf. Sprengel (Geschichte der Botanik I. 78. 79.) führt eine Stelle aus Belon's Reisebeobachtungen (II. c. 40.) an, worin gesagt wird, das *Ocimum* oder *Basilicum* wachse im Morgenlande dreimal so hoch als bei uns und werde zum Gemüse gebauet. Aber hat Belon nicht eine andere Pflanze dafür angesehen? Die Zeugnisse der Alten sind zu bestimmt, als dafs wir uns bei jener Angabe beruhigen könnten.

Μάραθρον, *Foeniculum* der Römer, rechnet Galen zu den Gemüskräutern und stellt es mit *Anethum* zusammen, welches mehr zum Gewürze der Speisen diene. Theophrast schreibt ihm einen nackten Saamen zu, stellt es mit Coriander zusammen (*H. pl. L.* 1. *c.* 11. §. 2.), nennt es wohlriechend in Verbindung mit andern Doldenpflanzen (*c.* 12. §. 2.), rechnet es zu den *ferulaceae* und νευρόκαυλα (*L.* 6. *c.* 1. §. 4.). Ueber die Stelle *L.* 6. *c.* 2. §. 8. s. Schneiders Anmerkung. Galen und Dioskorides beschreiben den Fenchel nicht. Die allgemeine Uebereinstimmung, selbst der Sprachen, die Vergleichungen mit andern Pflanzen, die eben erwahnten Angaben lassen nicht zweifeln, dafs μάραθρον unser Fenchel sey. Man ifst ihn noch im südlichen Europa als Gemüse. Eben so haben wir keinen Grund zu zweifeln, dafs ἄνηθον, νάπυ, κάρδαμον, θύμβρον der Alten, obgleich nicht beschrieben (Theophrast schreibt ihm eine holzige Wurzel zu *H. pl. L.* 7. *c.* 2. §. 8.), doch mit andern Doldenpflanzen zusammengestellt, nach dem von ihnen angegebenen Gebrauche und der allgemeinen Uebereinstimmung unser Dill (*Anethum graveolens*) sey. Dasselbe gilt auch von κορίαννον, welches wahrscheinlich unser Koriander war. Von den Doldenpflanzen werden manche bei uns als Gemüse gegessen, z. B. *Scandix Cerefolium*, *Myrrhis odorata*, *Chaerophyllum sylvestre*, *Aegopodium Podagraria* u. a. m. theils fur sich, theils mit andern gemengt. Dioskorides führt drei solcher efsbarer Pflanzen an, γιγγίδιον häufig in Syrien und Cilicien, σκάνδυξ und καύκαλις (*L.* 2. *c.* 167—169.). Das erste habe Blätter wie die wilde Pastinake (*Daucus Carota sylvestris*), doch feiner und von einem mehr bittern Geschmack, auch eine weifse und bitterliche Wurzel. *Daucus Gingidium*, welcher im südlichen Frankreich wild wächst, ist höchst wahrscheinlich eine andere Pflanze. Σκάνδυξ sey etwas scharf, bitter und efsbar. Also wohl nicht *Myrrhis odorata* oder *Scandix Cerefolium*, welche vielmehr süfs schmecken und einen angenehmen Geruch haben. Σκάνδυξ

kommt oft bei den Griechen vor, denn dieses Kraut wurde zu Athen häufig als Gemüse von den Armen gegessen. Καύκαλις habe Blätter wie Fenchel, eine weifse, wohlriechende Dolde und werde roh und gekocht gegessen. Also keinesweges eine von den Arten, welche wir jetzt *Caucalis* nennen. Theophrast erwähnt dieser Pflanzen nicht. Ich wage nicht, sie zu bestimmen.

Σέλινον der Griechen, *apium* der Römer, scheint unsere Petersilie (*Apium Petroselinum*) zu seyn. Die krause Abänderung, unter den Doldenpflanzen nicht gewöhnlich, zeichnet dieses Gewächs aus und wird von Theophrast (*Hist. pl.* L. 7. c. 4. §. 6.) bestimmt genannt, auch von Plinius (L. 19. c. 8.) und andern. Es wird auch nicht unter die *olera* gerechnet, sondern unter die *condimenta*. Alles was die Alten von *apium* sagen, widerspricht dieser Bestimmung nicht, und sie ist von Vielen bereits angenommen. Nur hält man σέλινον ἑλεοθρεπτὸν bei den Dichtern für *Apium graveolens*, wozu ich keinen Grund sehe, da die Petersilie an feuchten, sumpfigen Stellen wächst. Wenn Dioskorides vom ἑλεοσέλινον sagt (L. 3. c. 74.), es sey gröfser als das Garten-σέλινον, so ist es doch wohl zu rasch geurtheilt, es sey *Apium graveolens*. Linné giebt Sardinien als die Heimath der Petersilie an, aber sie findet sich wirklich im ganzen südlichen Europa in Gebirgsgegenden an Bächen und auf feuchten Wiesen wild. Das zart getheilte Blatt fanden die Alten schön und brauchten es zu Kränzen (z. B. der Sänger in den Nemäischen Spielen), sogar mit dem trockenen Kraute wurden die Sänger in den Isthmischen Spielen bekränzt. Die Alten liebten mehr die reine Form als wir; sie fanden das Akanthusblatt schön und redeten nicht von der Blume; jetzt schmückt man sich mit den Blumen, nicht mit den Blättern. Ich finde keine Nachricht bei den Alten von dem Gebrauche des Selleri's (*Apium graveolens*) zur Speise. Beckmann bemerkt, dafs im Jahre 1690 der Gärtner Hefs vom Celleri als von einer erst seit kurzem bekannten Gartenpflanze rede. Aber Joh. Bauhin sagt schon *transfertur ad hortos*, nur sey es schwächer als die gemeine Petersilie. Wahrscheinlich brauchte man erst das Kraut, dann die Wurzel, so wie auch der Gebrauch der Petersiliewurzel später ist als des Krautes. Der Selleri wächst im nördlichen und mittlern Europa wild, nicht im südlichen, innerhalb 39 Gr. N. Br. Statt des Selleri's brauchte man vormals die Wurzeln von *Smyrnium Olus atrum* und afs die Blätter als Gemüse, auch geschieht dieses noch im südlichen Europa. Es ist σμυρνίον der Alten,

wie die gute Beschreibung von Dioskorides (L. 2. c. 79.) zeigt, *olus atrum* der Römer. Es wächst überall im südlichen Europa im Gebüsch und an Hecken wild. Wahrscheinlich hat die Aehnlichkeit mit Selleri die Cultur des letztern veranlafst.

Κάρδαμον setzt Theophrast unter die λάχανα (*Hist. pl.* L. 7. c. 5.). Die Römer übersetzen das Wort mit *Nasturtium*. Dieses Gewächs kommt häufig bei den Schriftstellern vor, aber nirgends beschrieben oder genauer bezeichnet, doch überall als eine scharf schmeckende Pflanze angeführt. Dafs es zu den kressenartigen Pflanzen zu rechnen sey, ist höchst wahrscheinlich, aber es läfst sich schwer bestimmen, zu welcher Art, zumal da verschiedene Gewächse dieser natürlichen Ordnung wie Kresse gegessen werden.

Der Gebrauch der Rauke (*Brassica Eruca*) hat sich sehr verloren und schon zu J. Bauhin's Zeiten zog man sie nur noch hin und wieder in den Gärten. Die Alten liebten sie sehr. Für sich könne man die Blätter als Kohl der Schärfe wegen nicht genieſsen, sagt Galen, sondern man vermenge sie mit Lactuke, welches auch Plinius anführt (L. 19. c. 36.); überhaupt wurde sie den Speisen mehr als Gewürz zugesetzt. Sie hatte den Namen ἔυζωμον, weil sie die Brühen schmackhaft machte. Vorzüglich wurde der Saame vormals wie jetzt der Senf gebraucht, und Dioskorides führt nur diesen Gebrauch an, auch scheint er bei weitem der häufigere gewesen zu seyn. Dafs die *Eruca* der Alten unsere Rauke war, bezeugt die Uebereinstimmung aller Namen, *Rocchetta*, *Roquette*, Rauke, auch ist keine Angabe dagegen. Sie wächst im mittlern und südlichen Europa wild. Unser Senf, von dem die Alten drei Arten unterscheiden, *Sinapis nigra*, *alba* und *arvensis*, war nicht weniger häufig bei ihnen in Gebrauch als bei uns, sowohl zur Würzung der Speisen als zum Arzneigebrauch, und endlich zum Oelpressen. Alle diese Pflanzen wachsen in Europa wild.

In Theophrast's *Hist. pl.* L. 7. c. 1. steht auch θύμβρον unter den Gemüskräutern. Dioskorides (L. 3. c. 45.) unterscheidet eine wilde θύμβρα von der in den Gärten gezogenen, und setzt hinzu, die letztere sey milder und besser zu essen. Dafs hier eine Gewürzpflanze wie Thymian Saturei oder dgl. verstanden werde, ist wohl zu vermuthen, aber bei den wenigen Nachrichten der Alten ist es schwer sie zu bestimmen.

Seit

Seit den frühesten Zeiten sind die Lauchar ten Gewürze der Speisen. Die Homerischen Helden essen nichts als Fleisch, nur als Reiz zum Trinken trägt Hekamede dem alten Nestor κρόμυον ποτῷ ὄψον (*Il.* λ. 629.) auf. Κρόμυον ist die Zwiebel (*Allium Cepa*) nach aller Uebereinstimmung, und was Theophrast von der Vermehrung sagt (*H. pl.* L. 7. c. 4. §. 10.), dafs nämlich eine Zwiebel keine andere Nebenzwiebel ansetze, bezeichnet sie sehr genau. Es gab vormals, wie noch jetzt, viele Abarten, welche man nach den Oertern benannte, wo sie vorzüglich gebauet wurden. Ueber die Heimath hat man nicht einmal Vermuthungen. Κρόμυα ἀσκαλώνια sind keinesweges unsere Schalotten (*Allium ascalonicum*), wie man allgemein angiebt, sondern wahrscheinlich eine Abart der Zwiebel. Denn Theophrast sagt (a. a. O. §. 8.), diese Lauchart werde ganz allein durch den Saamen fortgepflanzt, und auf keine andere Weise, welches gerade das Gegentheil von der Art ist, wie man die Schalotten fortpflanzt. Nach Linné sind die Schalotten in Palästina zu Hause, und er führt Hasselquist als Zeugen an. In dessen Reisebeschreibung finde ich nichts, wohl aber, dafs er *Allium pallens* und *veronense* auf dem Berge Zion gefunden. Die κρόμυα σχίσα sind jene Abänderung von Zwiebeln, oder vielleicht besondere Art, welche Zwiebelbrut ansetzen und dadurch fortgepflanzt werden. Man nennt sie Satz- oder Steckzwiebeln, *Cepa fissilis* der alten Botaniker, wo man den Ausdruck *fissilis* nicht falsch verstehen darf (S. Schneiders Anmerkungen zu diesen Stellen). Γήθυον, oder wie Schneider das Wort herstellt, γήτειον, ist die Winterzwiebel (*Allium fistulosum*). Es soll keine eigentliche Zwiebel (in Vergleichung mit *A. Cepa*) haben, sondern nur einen langen Hals; man schneide die Blätter oft oben ab, wie bei πράσον (*Theophr. l. c.* §. 10.). Es werde daher auch gesäet, nicht abgelegt. Alles dieses pafst ganz und gar auf unsere Winterzwiebel, und keinesweges auf die Satz- oder Steckzwiebel, welche nicht durch Saamen, sondern durch Zwiebelbrut fortgepflanzt wird. Richtig sagt also Diocles Carystius beim Athenäus (L. 2. c. 78.), ἀσκαλώνια und γήτειον wären Arten von κρόμυον. Auch wird es dort dem *Ampeloprasum* ähnlich genannt. Πράσον der Alten ist nicht *A. Porrum*, sondern *A. Ampeloprasum* der ältern Botaniker, denn es wird von der Zwiebel gesagt (*Theophr. l. c.* c. 2. §. 2.), sie setze nach unten Brut an, und darin besteht der Unterschied zwischen *A. Porrum* und *A. Ampeloprasum*. Linné sagt von *A. Ampeloprasum*: *Habitat in Oriente et insula Holm An-*

*gliae*, sonderbar genug. Die erste Angabe gründet sich darauf, dafs dieses Gewächs zuerst über Constantinopel eingeführt wurde, die andere auf eine alte Nachricht von einem Newton, der mit dieser Pflanze wahrscheinlich *A. Scorodoprasum* verwechselt hat. Was nun *Ampeloprasum* der Alten war, läfst sich nach den wenigen Angaben darüber nicht bestimmen. Vielleicht bedeutet es *A. Porrum*. Dieses jetzt häufig gebrauchte Lauch soll nach Linné in der Schweiz wild wachsen, aber Haller zweifelt selbst daran. Beim Athenäus wird γήτειον dem *Ampeloprasum* ähnlich genannt, und da nun γήτειον in den spätern Schriften nicht mehr vorkommt, so mag wohl der Name mit *Ampeloprasum* zusammengefallen seyn. *Scorodoprasum* der Alten kann man für *A. Scorodoprasum* der Neuern, nämlich das *Ophioscorodon* der alten Botaniker halten. Linné's *A. Scorodoprasum* ist wenig oder gar nicht von *A. arenarium* verschieden Weil man nun den Unterschied nicht bestimmen konnte, so nahmen Einige, z. B. Willdenow, das *Ophioscorodon*, ein ganz anderes Gewächs, welches Linné als Abart zu *A. Scorodoprasum* gezogen hatte, für das letztere an. Σκόροδον endlich ist *A. sativum*, ohne Zweifel. Was die Alten von dem starken Geruche, vom Anbaue sagen, welcher durch Zwiebeln geschieht, aber auch, nur langsamer, durch Saamen geschehen kann, stimmt ganz damit überein. Nach Linné soll Knoblauch in Sicilien wild wachsen, aber dies gründet sich auf eine alte höchst zweifelhafte Nachricht von Cupanus. Unter den gebaueten Laucharten kennt man allein die Heimath von *A. Schoenoprasum*, welches auf den Gebirgen im südlichen Europa wild wächst, aber von den Alten, so viel ich weifs, nicht gebauet wurde.

Was *Asparagus* der Alten überhaupt war, lehrt Galen (*de ailment. facult.* L. 2.), nämlich die jungen Sprossen von mancherlei Kräutern, z. B. Lactuke, Malva, Bete, Lapathum u. dgl. m., welche gegessen wurden. *Asparagus* beim Theophrast ist eine von den stachlichten Arten der Gattung *Asparagus*, welche im südlichen Europa wachsen. Dioskorides beschreibt (L. 2. c. 150.) einen Garten-*Asparagus* so genau, dafs man nicht zweifeln kann, es sey der gemeine Spargel gewesen. Auch wurde derselbe gegessen, und die Wirkungen des Genusses waren wie die von dem Genusse unsers Spargels. Der Anbau des Spargels, wie Cato ihn vorschreibt (c. 61.), stimmt damit überein. Wir lernen von Galen, dafs die

Alten nicht allein die jungen Stämme von manchen Pflanzen, sondern auch die jungen Triebe von manchen Bäumen und Sträuchern afsen, z. B. von *Pistacia Terebinthus*, *Vitex Agnus castus* u. a.

Die Rübe (*Brassica Rapa*) ist wahrscheinlich nur eine Abänderung von dem Rübsaat (*Brassica Napus*), so wie auch die grofse und kleine Rübe nicht der Art nach verschieden sind. Die Rüben waren den Alten wohl bekannt, und sie haben mehrere Abänderungen, welche nicht leicht zu bestimmen sind. Soviel erhellt aus Columella's Nachrichten (L. 2. c. 10. §. 25.), dafs *Rapum* die grofse Rübe war, welche man zum Viehfutter gebrauchte, *napum* die kleine Rübe. Theophrast (L. 7. c. 4. §. 4.) hat von γογγυλίς zwei Arten, die männliche und weibliche. Athenäus führt ῥαφανίς, γογγυλίς, ῥάφος, ἀνάῤῥινον, βουνιάς an (L. 9. c. 8.), und meint, γογγυλίς sey Theophrast's männliche Rübe. Damals war man schon ungewifs. Dioskorides hat ῥαφανίς, βουνιάς, γογγυλίς (L. 2. c. 130—134.), aber ohne genauere Bezeichnungen. Plinius übersetzt γογγυλίς mit *rapum*, ῥαφανίς mit *napum* (L. 19. c. 5.). Βουνιάς hält Galen für gleichbedeutend mit γογγυλή (*de aliment. facult.* L. 2.). So wären also die Namen bestimmt bis auf einige nicht weiter genau zu bestimmende Wörter beim Athenäus. Die Pflanze scheint übrigens im mittlern Europa einheimisch zu seyn, denn sie findet sich oft in Gegenden, wo der Bau ganz ungewöhnlich ist, und zwar immer als Rübsaat.

Die Römer schildern unter dem Namen *Raphanus* unsern Rettig genau genug (Plin. L. 19. c. 5.), und eine kleinere Abart, *radix syriaca* genannt, wahrscheinlich unser Radies, war zu Plinius Zeiten noch nicht lange vorher aus dem Orient gekommen. Vermuthlich kam der Rettig erst spät aus dem Orient nach Griechenland und erhielt den Namen ῥαφανός, weil dieses in der Bedeutung für Kohl von κράμβη verdrängt war, vielleicht wegen der Aehnlichkeit mit Kohl. Der Rettig wird weit im Orient und noch in Mysore gebauet. Linné versetzt seine Heimath nach China, wahrscheinlich durch eine Verknüpfung mit dem Chinesischen Oelrettig, welcher dort einheimisch zu seyn scheint. Die wahre Heimath bleibt ungewifs. In Aegypten wurde auch schon vormals ein Oelrettig gebauet (Plin. L. 19. c. 5.).

Beckmann hat in der Geschichte der Erfindungen (Th. 4. S. 134.) deutlich gezeigt, dafs unsere Möhre oder Carotte der *Staphylinus* der Alten und unsere Pastinake das *Elaphoboscum* der Alten sey. Die Beschreibung des letztern beim Dioskorides (L. 3. c. 80.) ist sehr genau. So redet auch Dioskorides (L. 3. c. 60.) unter *Staphylinus* von der rothen Blume in der Mitte der Dolde, welche nur den Arten der Gattung *Daucus* eigen ist. Columella (L. 9. c. 4.) übersetzt *Staphylinus*, welches der griechische Name ist, mit *Pastinaca*, worunter also keinesweges unsere Pastinake verstanden wird. *Daucus* der Alten (*Theophr. Hist. pl.* L. 9. c. 22. u. *Dioscorid.* L. 3. c. 85.) war ein Arzneigewächs, welches Plinius mit *Pastinaca* übersetzt (L. 19. c. 5.) und dadurch grofse Verwirrungen gemacht und veranlafst hat. Diese Verwirrung wird dadurch vermehrt, dafs Einige, wie Galen sagt, dem wilden *Staphylinus* den Namen *Daucus* gaben. Die Möhre (*Daucus Carota*) wächst überall bei uns wild, so wie die Pastinake (*Pastinaca sativa*). Dioskorides sagt, der wilde *Staphylinus* werde auch gegessen, und Athenäus führt eine Stelle von Diphilus an, worin es heifst, der *Staphylinus* sey scharf (L. 9. c. 12.). Im südlichen Europa wächst eine Art von *Daucus* wild, welche unserer gebaueten Carotte viel näher steht, als die bei uns wild wachsende, und worauf die Stellen der Alten besser zu deuten sind. Der Name Carotte ist alt; die grofsen und vollgewachsenen, sagt Diphylus beim Athenäus, heifsen *καρῶτα*. Beim Galen ist *κάρες* wahrscheinlich *καρῶτες*.

*Sisaron* der Alten wird gewöhnlich für unsere Zuckerwurzel (*Sium Sisarum*) gehalten. Dioskorides (L. 2. c. 139.) sagt wenig Bezeichnendes davon; die Wurzel sey angenehm zu essen. Ob *σιόν* beim Athenäus (L. 2. c. 18.) dasselbe ist, läfst sich schwer bestimmen, da auch hier nichts Bestimmtes angeführt wird. *Sium* beim Dioscorides ist verschieden und nur ein Arzneigewächs. Columella sagt: *Jam siser Assyrio venit quae semine radix* (L. X. v. 114.), wonach die Pflanze dem Orient angehören möchte. Dahin mag auch die Heimath der Zuckerwurzel zu versetzen seyn, denn diese wächst in ganz Europa nicht und ihr Gebrauch ist sehr alt. Linné sagt von *Sium Sisarum: Habitat in China?* vielleicht weil *Sium Ninsi* dort wächst; aber die echte Ninsiwurzel ist doch verschieden. Galen führt *Siser* nur unter den Arzneigewächsen an, und redet von dessen Bitterkeit; er

meint also eine andere Pflanze als unsere Zuckerwurzel. Plinius sagt von *Siser* (L. 19. c. 5.), es wachse in Deutschland, am besten bei Gelduba, einem Castellum am Rhein, sey von Tiberius, welcher es sehr liebte, immer aus Deutschland verlangt worden; es habe eine sehr bittere Wurzel, welche man durch Zusatz von Most versüfse. Offenbar meint er ein anderes *Siser* als Dioskorides. Die Alten brauchten also den Namen *Siser* für verschiedene Pflanzen, und wenn er im Anfange die Zuckerwurzel bedeutete, so wurde er doch auf manche andere Gewächse ausgedehnt, welche man schwer bestimmen kann.

Noch jetzt wird in Aegypten die Wurzel von *Arum Colocasia* häufig gegessen. Die Alten nennen sie *Arum* oder *Colocasia*, und es ist über die Art kein Zweifel. Die ähnliche Wurzel von *Arum maculatum* oder vielmehr *italicum* wurde oft damit zusammengestellt und Galen redet von beiden Arten unter demselben Namen. Zuweilen gebe man auch die Wurzel *Dracontium* zu essen, sagt er, welche sehr scharf sey und mehrmal abgekocht werden müsse. Es ist *Arum Dracunculus*. *Arum Colocasia* wächst in Aegypten wild, die beiden andern Arten finden sich im südlichen Europa.

Von dem *Asphodelus* der Alten handelt umständlich und genau Sprengel *Antiquitt. botan.* p. 68. In den ältern Zeiten wurden die Knollen gegessen, wie eine Stelle beim Hesiodus lehrt. Auch redet Dioskorides in der Nähe der efsbaren Wurzeln und Zwiebeln von *Asphodelus*. Sprengel sagt sehr richtig, *Asphodelus* beim Galen sei nicht *Asphodelus ramosus*, auf welchen sich sonst die Stellen der Alten deuten lassen, denn er rede von einer Zwiebel wie sie *Scilla* hat, da doch *Asphodelus ramosus* Knollen trägt. Verdächtig ist es auch, wenn Dioskorides von der Schärfe der Knollen redet, welche an *Asphodelus ramosus* ohne Schärfe sind, wie Joh. Bauhin und die Erfahrung lehren. Es ist also wahrscheinlich, dafs schon bei den Alten Verwechselungen mit verwandten Pflanzen, vielleicht den grofsen Arten der Ornithogalen, vorgingen.

Eben so schwer ist es zu bestimmen, welches die efsbare Zwiebel (*Bulbus esculentus*) der Alten war. Manche Stellen beim Theophrast lehren nichts weiter, als dafs die Pflanze ein Zwiebelgewächs gewesen. Die-

ser Verfasser sagt selbst, es gebe verschiedene Arten von Zwiebeln, einige wären eſsbar und könnten sogar roh gegessen werden, wie im *Chersonesus taurica* (*H. pl.* L. 7. c. 13. §. 8.). Dioskorides redet von βόλβος ἐδώδιμος wie von einer bekannten Zwiebel, setzt aber hinzu, die aus Lybien gebrachte sey roth und bekomme dem Magen wohl, die bittere und meerzwiebelartige bekomme dem Magen noch besser (L. 2. c. 200.). Galen redet ebenfalls von der Bitterkeit, und sagt, man esse auch im Frühling den jungen Trieb (*asparagus*). Plinius vermischt gar viele Pflanzen unter diesem Titel. Des Megarischen *Bulbus* wird hin und wieder bei den Alten erwähnt, so wie die reizende Eigenschaft des *Bulbus* überhaupt. Columella sagt (L. X. v. 105.) — *quaeque viros acuunt, armantque puellas, Jam Megaris veniant genitalia semina bulbi.* Die Dichter reden an mehrern Stellen von dieser Zwiebel. Man hat auf *Hyacinthus comosus* gerathen, aber nur gerathen, ohne daſs sich bedeutende Gründe dafür anführen lieſsen. Die Sache ist noch nicht ausgemacht.

Viele Wurzeln sind erst in neuern Zeiten gebauet und gegessen worden. Die Scorzonere (*Scorzonera hispanica*) wurde zuerst in Catalonien gegen das Ende des 15ten Jahrhunderts zur Speise gebraucht, wie Manardes in seiner Schrift *de lapide Bezoar et radice Scorzonerae* sagt. Noch später als diese kam die Haberwurzel (*Tragopogon porrifolius*) auf. Seit alten Zeiten, aber nur hier und da, bauet man *Chaerophyllum bulbosum* der Knollen wegen, so wie *Campanula rapunculus. Oenothera biennis*, eine nordamerikanische, in Europa wild gewordene Pflanze, wird ebenfalls der eſsbaren Wurzel wegen angebauet.

Beckmann hat die Geschichte der Artischocken (*Cynara Scolymus*) in seiner Geschichte der Erfindungen (Th. 2. S. 190.) sehr gut erzählt. Daſs *Cynara* und *Cactus* einerlei Pflanze bezeichnen, scheint aus den Nachrichten, welche Athenäus und Plinius geben, hervorzugehen. Aber es erhellt doch nicht deutlich, ob sie *Cynara Scolymus*, die Artischocke, oder *Cynara cardunculus*, die Kardone, meinten, und da sie, nach Theophrast, vorzüglich die gebleichten Blumenstiele und Blattstiele aſsen; so mag wohl die letztere gemeint seyn. Dann läſst sich erklären, wie der Bau der Artischocken 1473 im Venetianischen zuerst eingeführt wurde. Die Kardone wächst wild im südlichen Europa; die Artischocke ist noch nicht wild ge-

funden, und wahrscheinlich nur eine durch sorgfältige Cultur aus der Kardone entstandene Abart.

Der *Scolymus* der Alten ist wohl *Scolymus hispanicus*, welcher nicht blofs in Spanien sondern im südlichen Europa überhaupt wild wächst. Er wurde nach Dioskorides (L. 3. c. 16.) und andern gegessen. Man ifst noch jetzt Wurzel, Fruchtboden, den abgeschälten Blattnerven und die jungen Stämme in mehreren Gegenden des südlichen Europa.

Die Kürbisse und Gurken sind schon seit frühen Zeiten bekannt und als efsbare Früchte gebauet worden. Aber das Vaterland derselben kennen wir nicht. Die Melone soll in der Kalmukei nach Linné wild wachsen, aber andere Schriftsteller schweigen davon. Von der Gurke giebt Linné die Heimath in der Tatarei und Ostindien an, aber beide Länder sind gar verschieden und die Angabe ist nach Gutdünken gemacht. Die Neuern gestehen, dafs man die Heimath nicht kenne. Von den Kürbissen sagt Linné: *Habitat in Oriente*, eben so ungewifs und unbestimmt. Die Wassermelone soll in Apulien, Calabrien und Sicilien wild seyn, aber so häufig sie dort ist, so hat man sie doch nicht in ihrem wilden Zustande gefunden. Ueber die Schwierigkeit, die Namen dieser Früchte bei den Alten zu bestimmen, klagen alle Ausleger. Die Früchte waren zu bekannt, als dafs man sich die Mühe gab, sie noch anders als mit dem blofsen Namen zu bezeichnen. Theophrast hat nur *σίκυος* und *κολοκύνθη* (*Hist. pl.* L. 7. c. 4. §. 6.) und einige Abarten der ersten. Dioskorides hat *κολοκύνθα*, *σίκυς ἥμερος* und *πέπων* (L. 2. c. 162 — 164.). Galen hat *κολοκύνθη*, *πέπων*, *μηλοπέπων*, *σίκυος* (*de alimentor. facult.* L. 2.). Von den ersten sagt er, sie wären roh unangenehm zu essen und unverdaulich; bei *μηλοπέπων* heifst es, vom *πέπων* esse man nicht das Innere des Fleisches, worin die Saamen sich befinden, wohl aber vom *μηλοπέπων*; von *σίκυος* sagt er, Einige verdauten sie wohl, und das liege in einer Besonderheit ihrer Natur. Dafs also *κολοκύνθη* der Kürbifs, *πέπων* die Melone sey, leidet wohl keinen Zweifel. Die *κολοκύνθη*, sagt Athenäus (L. 2. c. 53.), nennt Euthydemos *σίκυα ἰνδικη*, weil der Saame aus Indien kam. Am Hellespont nenne man die langen *σίκυα*, die runden *κολοκύνθας*. An einer andern Stelle sagt er (c. 78.), die *κολοκύνθαι* sind ungekocht nicht efsbar. Beide Namen bedeuten also Kürbisse, doch kommt

σίκυα selten vor. Die kurz vorhergehende Stelle ist verdorben und schwer zu erklären, so viel sieht man aber wohl, daſs σίκυος und πέπων roh konnten gegessen werden, obgleich jene nur klein und zart. Κολοκύνθη übersetzen die Römer mit *cucurbita*, σίκυος mit *cucumis*, πέπων mit *pepo*, wozu sie *melones* stellen, wahrscheinlich für μηλοπέπων. Plinius ist voll Verwirrungen. Apicius hat *cucurbita* nur gekocht, *cucumeres* aber *rasi* und eingemacht, *pepo* und *melo* zusammen eingemacht (L. 3. c. 4 — 6.). Es erhellt aus Allem diesem, daſs κολοκύνθη, *cucurbita*, Kürbiſs war, wie man immer angenommen, auch σίκυς σίκυος, *cucumis*, Gurke; ferner ist πέπων, *pepo*, Melone, aber μηλοπεπων, *melo*, bleibt zweifelhaft. Man hat auf die Wassermelone gerathen, aber Galen sagt, sie sei weniger wässerig als πέπων

---

Ueber

Ueber

# ein Paar Gesichts-Erscheinungen, aus deren sorgfältiger Beachtung man sichere Schlüsse auf gewisse innere krankhafte oder gesunde Beschaffenheiten des Auges machen kann.

Von Herrn E. G. Fischer *).

Die Aerzte scheinen in neuern Zeiten für ihre Zöglinge ein sorgfältiges Studium der Physik und der damit untrennbar zusammenhängenden Mathematik nicht so nöthig und nützlich zu halten als unsere Vorfahren. Und dieses ohne Zweifel deswegen, weil allerdings der Arzt am Krankenbette wenig oder gar keine Gelegenheit findet, von den Lehrsätzen dieser Wissenschaften unmittelbare Anwendungen zu machen. Dessen ungeachtet beruht dieses Urtheil meines Erachtens auf einer sehr weit verbreiteten unrichtigen Ansicht von dem Zweck aller wissenschaftlichen Beschäftigungen in der Vorbereitungszeit. Ist nämlich die Frage, welche Wissenschaften ein junger Mann, der sich für einen bestimmten Beruf entschieden hat, treiben solle? so untersucht man, von welchen Wissenschaften wird er in seinem künftigen Wirkungskreis Anwendungen machen können? statt dafs man fragen sollte, welche Wissenschaften sind am meisten geeignet, ihm diejenige Uebung des Kopfes zu gewähren, deren er künftig am meisten bedürfen wird?

*) Vorgelesen den 21. Mai 1818.

Es ist nämlich mit der unmittelbaren Anwendung des Wissenschaftlichen überall eine mifsliche und unsichre Sache, theils weil unvermeidlich alle unsere Theorien mangelhaft sind, theils weil uns die Erfahrung die zur Anwendung einer Theorie erforderlichen Data nie genau und vollständig liefert. Auch lehrt die Erfahrung, dafs die gröfsten Theoretiker gewöhnlich schlechte Praktiker sind. Betrachtungen, die leicht zur unrichtigen Würdigung alles Wissenschaftlichen verleiten können; und ich erinnere mich, einst aus dem Munde eines berühmten und höchst achtungswürdigen Mannes das Urtheil gehört zu haben: „dem Arzt helfe alles Wissenschaftliche wenig; Menschenkenntnifs sey das Einzige, was den guten Arzt mache."

Sucht man aber den Nutzen aller vorbereitenden Beschäftigungen nicht in der unmittelbaren Anwendung, sondern in der Uebung des Kopfes, so ergiebt sich ein ganz anderes Resultat. Der Arzt sollte in seiner Bildungszeit sich sehr eifrig mit allen Theilen der Naturlehre bekannt machen, nicht um ihres materialen Inhalts willen, sondern damit sich in seinem Kopfe ein gewisser Blick und Takt, oder, um bestimmter zu reden, ein Kunstgefühl zur Beurtheilung von Naturerscheinungen bilde, was ihn künftig am Krankenbette sichrer leiten wird als alle Theorien. Aber dieses Kunstgefuhl kann durchaus auf keinem andern Wege sicher erworben werden, als durch ein gründliches Studium dessen, was bis jetzt scharfsinnige Köpfe über die Wirkungen aller Naturkräfte erforscht haben.

Ein allgemeiner Grund, der es sichtbar macht, wie unentbehrlich dem Arzt das Studium der mechanischen und chemischen Naturlehre sey, liegt in der Betrachtung, dafs die höhern Naturkräfte nie ohne Mitwirkung aller niedrigern thätig seyn können. Es kann sogar keine chemische Erscheinung ohne begleitende Bewegungen erfolgen, und der Gesichtskreis des Chemikers ist daher beschränkt, wenn ihm die Kenntnifs der mechanischen Naturlehre abgeht; wie besonders bei Versuchen mit luftförmigen Stoffen in die Augen fällt, wo er gar kein Urtheil über die Dichtigkeit hat, wenn er mit den Gesetzen der Aërostatik unbekannt ist. Eben so erfolgt unstreitig keine organische Wirkung ohne Mitwirkung chemischer und mechanischer Kräfte, keine psychische ohne Mitwirkung organischer, chemischer und mechanischer Kräfte. Hieraus folgt aber, dafs der Arzt nie einen richtigen Blick in Beurtheilung organischer und psychischer Erscheinungen erlangen werde, wenn er nicht die Wirkungsart chemischer und mechanischer Kräfte sehr genau kennt. Was soll man daher dazu sagen,

dafs in neuern Zeiten viele berühmte Aerzte bei den Erscheinungen des sogenannten thierischen Magnetismus psychische und physische Wirkungen so durch einander gemengt haben, dafs nach ihrer Theorie gar keine Gränzlinie zwischen ihnen bestimmt werden kann. Allerdings mufs es dem denkenden Arzt unbenommen bleiben, psychisch zu heilen; und wenn er einen einzelnen Leidenden in eine seiner Gesundheit wohlthätige Täuschung versetzen kann, welcher vernünftige Mensch könnte das tadeln? Wenn er aber seine psychischen Kuren auf eine solche Art ausführt, dafs dadurch die wichtigsten Begriffe in hunderttausend Köpfen verwirrt werden, so will er offenbar ein Uebel durch ein anderes unendlich gröfseres heben, oder, wie es im Evangelium heifst, er will den Teufel austreiben durch Beelzebub, den obersten der Teufel.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen füge ich nur noch ein Paar Worte über den Augenarzt hinzu. Es scheint mir kaum eines Beweises zu bedürfen, dafs dieser auch den mathematischen Theil der Optik sehr gründlich studirt haben sollte. Denn es ist leicht einzusehen, dafs man ohne dieses Studium über keine einzige Erscheinung des Sehens ein sicheres Urtheil fällen könne. Sollte jemand statt dieses allgemeinen aus der Natur der Sache entlehnten Grundes lieber eine Autorität haben wollen, so könnte ich Boerhave nennen, der in seiner Schrift *De morbis oculorum* gezeigt hat, dafs er den mathematischen Theil der Optik gar nicht für entbehrlich gehalten habe.

Ich komme nunmehr zu dem eigentlichen Zweck dieser Abhandlung, indem ich zeigen werde, wie man aus den mathematischen Zergliederungen gewisser Gesichts-Erscheinungen ganz sichere Schlüsse auf den innern Bau oder die sonstige Beschaffenheit des Auges ziehen könne.

---

## I. Von den Erscheinungen, die sich zeigen, wenn man durch eine sehr kleine Oeffnung sieht.

Wenn man durch ein Kartenblatt mit einer Nadelspitze eine sehr kleine Oeffnung sticht, und hindurch sieht, so zeigen sich einige Erscheinungen, die zwar schon längst beobachtet worden, die aber, meines Wissens, noch

nirgends befriedigend erklärt sind, vielleicht weil man sie für geringfügiger und unfruchtbarer hielt, als sie in der That sind. Wir wollen zuerst diese Erscheinungen genau beschreiben.

Wenn man die Oeffnung des Kartenblattes nahe vor das Auge hält, und gegen das Helle sieht, besonders gegen eine ziemlich gleichförmig erleuchtete Fläche, etwa gegen eine Wolke, so erscheint das kreisförmige Gesichtsfeld gleichsam wie marmorirt, oder wie mit einem zarten Flor oder Spinnengewebe von ungleicher Textur überzogen, so dafs man hellere und dunklere Stellen, auch einzelne Flecke von bestimmter Gestalt und Begränzung unterscheidet.

Das merkwürdigste bei dieser Erscheinung ist, dafs sie sich nicht ändert, wenn man das Blatt in seiner eigenen Ebene herumdreht. Auch ändert sich die Erscheinung nicht, wenn man in ein anderes Blatt, es bestehe aus welcher Materie man will, ein eben so feines Loch sticht. Alle dunklen Stellen behalten bei diesen Abänderungen einerlei Gestalt und Lage, und was einmal oben oder unten war, bleibt auch bei allen diesen Veränderungen oben oder unten.

Eine gröfsere Oeffnung macht das Gesichtsfeld heller, aber das Gewebe undeutlicher. Macht man die Oeffnung allzu klein, so hat das Gesichtsfeld zu wenig Licht, um noch alles mit einiger Bestimmtheit unterscheiden zu können. Die schicklichste Gröfse ist die, welche man erhält, wenn man eben nur die Spitze der Nadel in das Kartenblatt drückt. Sonst macht eine kleine Verschiedenheit in der Gröfse des Lochs keinen wesentlichen Unterschied, und jeder Beobachter wird sehr leicht die für sein Auge schicklichste Gröfse ausfindig machen.

Wenn man dagegen erst mit dem einen, dann mit dem andern Auge durch die Oeffnung sieht, oder wenn zwei verschiedene Personen durchsehen, so bleibt zwar die Erscheinung im Wesentlichen dieselbe, indessen zeigt sich das Florgewebe und die darauf befindlichen dunkleren Flecke dem einen Auge nicht so wie dem andern.

Sehr beständig ist indessen ein kleiner dunkler Fleck, nahe bei der Mitte des Gesichtsfeldes. Er liegt aber allezeit ein wenig höher als der

Mittelpunkt des Gesichtsfeldes, auch ein wenig rechts oder links abweichend, je nachdem man mit dem rechten oder linken Auge hindurchsieht. Es giebt sehr wenig Augen, welche diesen Fleck nicht sehen; dagegen sehen manche zwei auch wohl mehrere Flecke von verschiedener Gestalt, Gröfse und Schwärze.

Bisweilen zeigen sich auch Flecke, welche beträchtlich heller sind als das übrige Gesichtsfeld. Sie sind aber beweglich, und steigen oft von unten nach oben. Schliefst man aber die Augenlieder, und öffnet sie wieder, so sind sie verschwunden, oder es kommen andere statt ihrer zum Vorschein.

Noch ein Paar andere nicht unmerkwürdige Erscheinungen zeigen sich, wenn man eine feine Nadelspitze während dem Durchsehen vor das Loch auf der innern oder äufsern Seite des Kartenblatts bringt. Hält man die Spitze aufsen, so sieht man sie ziemlich scharf begränzt und beträchtlich vergröfsert, wie durch eine mikroskopische Linse. Hält man aber das Blatt ein Paar Zoll von dem Auge, und bringt dann die Nadelspitze auf der innern Seite vor die Oeffnung, so erblickt man ein undeutlicheres, aber verkehrtes Bild derselben.

Ich komme zu der Erklärung dieser Erscheinungen. Schon das Beständige derselben zeigt deutlich, dafs man ihren Grund nicht in einer zufällige Beschaffenheit der Oeffnung, noch in der Beugung der Lichtstralen am Rande derselben, sondern im Auge selbst zu suchen habe. Und es läfst sich deutlich zeigen, dafs das oben beschriebene Florgewebe eine Folge davon sey, dafs die Empfindlichkeit für die Eindrücke des Lichts auf der Netzhaut nicht ganz gleichförmig vertheilt ist, und dafs man jenes Gewebe gewissermafsen als eine verkehrte Abbildung von einem Theil der Netzhaut betrachten könne.

Es sey ABCD Fig 1. ein Durchschnitt des Auges, EF der Durchmesser von der Oeffnung der Iris; GH sey das Kartenblatt, in I die Oeffnung, welche wir hier ihrer Kleinheit wegen als einen Punkt betrachten. Von alle dem Lichte, welches durch die Oeffnung I hindurchgeht, kommt nur ein kleiner Theil, nämlich der zwischen den Linien IE und IF enthaltene Lichtkegel, ins Auge. Bekanntlich geht nur die Achse dieses Kegels ungebrochen durch die Feuchtigkeiten des Auges; alle übrigen werden ein wenig ein-

wärts gegen die Achse nach dem Grundgesetz der Dioptrik gebrochen. Nehmen wir nun an, dafs B und C die Punkte sind, wo die äufsersten Stralen des Lichtkegels die Netzhaut treffen, so ist klar, dafs BC der Durchmesser desjenigen Kreises auf der Netzhaut seyn werde, der von dem durch I dringenden Lichte erleuchtet wird. Aufserhalb dieses Kreises kann kein durch I gehender Stral den Boden des Auges treffen, sondern nur solches Licht, welches von allen Seiten her zwischen dem Kartenblatt und dem Gesicht durchgehend, etwa ins Auge kommt. Dieses kann aber theils wegen der schiefen Lage dieser Stralen, theils wegen der Breite des Kartenblatts, und wegen seiner Nähe beim Auge, nicht beträchtlich seyn; und wir können daher annehmen, dafs überhaupt unter den vorausgesetzten Umständen kein anderes Licht als das durch I gehende ins Auge komme. Hat man also den Blick gegen ein ganz gleichförmiges Licht (gegen den freien Himmel, gegen eine Wolke, oder auch gegen eine sehr helle Wand) gerichtet, so ist klar, dafs auf jeden Punkt des Kreises BC gleichviel Licht fallen werde, wofern nicht etwa eine Unregelmäfsigkeit in der Gestalt des Lochs oder eine unregelmäfsige Beugung der Lichtstralen an den Rändern desselben eine ungleichförmige Vertheilung bewirkt. Wir haben aber kurz vorher schon bemerkt, dafs von diesen Ursachen keine bemerkbare Ungleichheit der Erleuchtung herrühren könne, weil sonst die Erscheinung sich verändern müfste, wenn man durch ein anderes eben so feines Loch sieht, oder auch nur das Kartenblatt umdreht. Hätte nun die Netzhaut überall einen völlig gleichen Grad von Empfindlichkeit, so ist klar, dafs wir bei der gleichförmigen Erleuchtung zwischen B und C auch ein zwar schwach, aber doch gleichförmig erleuchtetes Gesichtsfeld sehen müfsten. Hat hingegen die Netzhaut eine nicht ganz gleichförmige Reizbarkeit, und befindet sich irgendwo, z. B. bei K, eine minder empfindliche Stelle, so wird diese dieselbe Wirkung hervorbringen, als ob bei gleicher Empfindlichkeit die Stelle K weniger Licht erhielte. In diesem Falle aber kann es nicht zweifelhaft seyn, dafs man in der Richtung des Strals KI eine dunklere Stelle sehen würde. Hieraus ist also einleuchtend, dafs die ungleiche Lichtvertheilung, die man auf dem Gesichtsfelde wahrnimmt, nichts anders als die Folge einer ungleichen Vertheilung der Reizbarkeit auf der Netzhaut ist, und dafs man daher das Florgewebe als ein Bild von dieser Vertheilung ansehen müsse.

Was die Richtigkeit dieser Erklärung sehr entscheidend bestätigt, ist der kenntlichere dunkle Fleck, den fast jedes Auge an einer bestimmten Stelle erblickt, nämlich etwas über dem Mittelpunkt, und ein wenig gegen diejenige Seite des Kopfes gerückt, auf welcher das betrachtende Auge liegt. Denn man hat schon aus andern Erscheinungen geschlossen, dafs gerade an der Stelle, wo der Sehnerve ins Auge tritt, sich eine minder empfindliche Stelle befindet. Diese Stelle liegt aber im Auge ein wenig unter dem Mittelpunkt und etwas gegen die Nasenseite; daher mufs sie sich in dem verkehrten Bilde, welches man sieht, in der kurz vorher beschriebenen Lage zeigen. Denn wäre in unserer Figur K diese Stelle, so geht die Richtung des Strals KI, in welcher man sie wahrnimmt, aufwärts, und da wir das Gesichtsfeld nicht als im Auge befindlich, sondern als in einiger Entfernung aufser demselben wahrnehmen, so müssen wir, was im Auge unterwärts liegt, in dem Gesichtsfeld oberwärts wahrnehmen.

Ich könnte hier die Erklärung dieser Erscheinung als vollendet annehmen, wenn ich nicht bemerkt hätte, dafs bei allen, mit denen ich gelegentlich über diese Erscheinung sprach, die Umkehrung des Bildes noch etwas Dunkles und Unbefriedigendes zurückgelassen hätte. Diese Umkehrung ist aber nichts, was dieser Erscheinung eigenthümlich wäre, sondern es ist das allgemeine Paradoxon bei allen Gesichts-Erscheinungen, da die Bilder der Gegenstände im Auge allezeit verkehrt liegen, und wir doch alles aufrecht sehen. Es ist vormals viel über diesen Gegenstand geschrieben, aber dennoch meines Wissens nichts völlig Entschiedenes darüber ausgemacht worden. Da ich aber glaube, dafs sich die Sache wohl auf ganz deutliche Begriffe zurückführen läfst, so benutze ich diese Gelegenheit, meine Ansicht vorzutragen.

Das Wunderbare bei dem Sehen liegt eigentlich nicht unmittelbar darin, dafs das Bild, welches die Empfindung hervorbringt, und das Bild, welches wir wirklich sehen, eine entgegengesetzte Lage haben, sondern darin, dafs bei dem Sehen gleichsam die Empfindung aus uns heraustritt, und wir einen sichtbaren Punkt, der sich auf der Netzhaut abbildet, nicht als etwas im Auge befindliches, sondern als etwas aufser uns in einer gewissen Entfernung liegendes wahrnehmen, nicht anders als ginge die Empfindung aus

uns heraus, und hin an die Stelle, wo der sichtbare Punkt ist. Denn hat dieses seine Richtigkeit, so ist die Umkehrung der Bilder eine nothwendige Folge davon.

Es sey wieder CBD Fig. 2. ein Durchschnitt des Auges, und I der Punkt, durch welchen alle Stralen ungebrochen gehen, also das optische Centrum. KA sey ein sichtbarer Gegenstand, und AB die Achse des Auges. Zieht man nun KL durch I, so ist BL das verkehrte Bild von KA, welches durch die Stralenbrechung auf bekannte Art entsteht. Nähmen wir nun den Punkt A als in B befindlich, und den Punkt K als in L befindlich wahr, so ist gewifs, dafs wir den Gegenstand verkehrt, aber auch als etwas im Innern unsers Auges befindliches wahrnehmen würden. Rückt aber gleichsam unsere Empfindung von L in der Richtung LI aus dem Auge hinaus bis in die Entfernung LK, und eben so die Vorstellung des Punktes B bis in die Entfernung BA, so ist klar, dafs wir den Gegenstand KA in seiner wahren Lage aufrecht erblicken müssen.

Bei einem streng physikalischen Vortrag ist es völlig hinreichend, die Erklärung aller Erscheinungen des Gesichts auf folgende drei Thatsachen zurückzuführen: 1) Wir haben eine sehr genaue Empfindung von der Richtung, in welcher das von einem sichtbaren Punkt in das Auge kommende Licht die Netzhaut afficirt. 2) Wir empfinden die Stärke und Farbe dieses Lichts. Hiezu kommt aber noch 3) die ganz unbestreitbare Thatsache, dafs wir einen sichtbaren Punkt, dessen Licht die Netzhaut reizt, nie als etwas im Auge befindliches, sondern als etwas aufser demselben vorhandenes wahrnehmen. Man mag von dieser letzten Thatsache einen weitern Grund angeben können oder nicht, so kann keine Thatsache das Bewustseyn unerschütterlicher feststehen als diese. Denn wie auch Jemand seine Einbildungs- und Vorstellungskraft zermartern mag, er wird es nie dahin bringen können, die Bilder der Gegenstände, die ihr Licht in das Auge senden, als etwas im Auge befindliches wahrzunehmen. Was aber eine solche nothwendige und unbestreitbare Thatsache ist, das kann der Physiker mit allem Recht bei seinen Erklärungen zum Grunde legen, ohne sich in weitere Erörterungen über den innern Grund einer solchen Thatsache einzulassen. Ja er mufs sich auf lauter unzweideutige äu-

fsere

fsere Thatsachen stützen, wenn er die Gränzen seiner Wissenschaft nicht überschreiten will.

Es hat indessen keine Schwierigkeit, auch den innern Grund dieser Thatsache aufzuklären. Und ob sich gleich diese Erklärung nicht geben läfst, ohne einen kleinen Streifzug in das Gebiet der Metaphysik zu machen, so hoffe ich doch dadurch bei gründlichen Physikern, die gewöhnlich gegen alles metaphysische aus guten Gründen mifstrauisch sind, nicht anzustofsen. Denn sie werden leicht bemerken, dafs mein Streifzug nicht in das Gebiet der poetischen Metaphysik geht, sondern einer Metaphysik, die eben so auf unstreitigen inneren Thatsachen des Bewufstseyns, wie die Physik auf äufseren Thatsachen, beruht.

Zuerst ist es eine innere Thatsache des Bewufstseyns, dafs alle Vorstellungen, die wir durch das Gesicht erhalten, sich nicht als blofse Theile und Bestimmungen unseres Ich, sondern als Dinge darstellen, die von unserem Ich verschieden und unabhängig sind, also dem Nichtich angehören. Dafs hier noch nicht von einem räumlichen Aufsen und Innen die Rede ist, sondern von Verschiedenheit, bedarf kaum einer Erinnerung. Die Unabhängigkeit der Gesichts-Vorstellungen von unserm Ich äufsert sich übrigens im Bewufstseyn dadurch, dafs sie ohne unser Zuthun entstehen, sich mannigfaltig verändern und verschwinden; und ob wir gleich durch blofse willkührliche Veränderung der Stellung und des Standpunktes unsers Auges eine Veränderung der Gesichts-Vorstellungen hervorbringen können, so ist doch offenbar, dafs die Gegenstände, die wir bei der veränderten Stellung sehen werden, von unserm Willen ganz unabhängig sind.

Eine andere, nicht minder einfache, aber auch nicht minder unzweideutige Thatsache des innern Bewufstseyns ist es, dafs es uns ganz unmöglich ist, ein als selbstständig gedachtes Objekt, was dem Nichtich angehört, uns anders bestimmt (oder anschaulich) vorzustellen, als im Raum, und einen Raum von dreifacher Ausdehnung einnehmend.

Diese beiden Thatsachen gehören unstreitig zu den innersten Anlagen unsers geistigen Vermögens, die wir offenbar nur als etwas Gegebenes

und von unserer Freiheit ganz unabhängiges betrachten müssen. Nach einem weitern Grund dieser Thatsachen zu forschen, möchte schwerlich Erfolg haben, indem nicht wohl zu begreifen ist, wie sich noch einfachere, noch tiefer liegende Thatsachen des Bewufstseyns auffinden lassen möchten, woraus jene abgeleitet werden könnten.

Verbinden wir nun diese Thatsachen des innern Bewufstseyns mit dem, was uns die Optik über die Entstehung der Gesichts-Vorstellungen lehrt, so läfst sich, wie es mir scheint, ganz erschöpfend zeigen, dafs die Vorstellungen, welche durch das Organ des Gesichts erzeugt werden, uns nothwendig als aufser uns im Raume vorhandene Dinge erscheinen müssen, und dafs die Vorstellung des Gegentheils uns schlechthin unmöglich ist. Um mehrerer Vollständigkeit und Deutlichkeit willen aber mufs ich eine kurze allgemeine Betrachtung über unser äufseres Sinnenvermögen vorausschicken.

Unter unseren äufsern Sinnen sind nur zweie objectiv, d. h. so beschaffen, dafs die Erscheinungen, welche sie uns darbieten, sich nicht als blofse Empfindungen unsers Körpers, sondern als wirklich vorhandene und von uns ihrem Daseyn nach unabhängige Objecte darstellen. Der eine ist das äufsere körperliche Gefühl, für welches ehemals unser Engel die nicht unschickliche Benennung Getast vorschlug. Der zweite ist das Gesicht. Alle übrigen sind subjective Sinne. Bei dem Geruch, dem Geschmack und dem innern körperlichen Gefühl bedarf dieses keines Beweises. Bei dem Gehör kann man einen Augenblick anstehen. Erwägt man indessen, dafs der blofse Schall an sich uns nie die Vorstellung eines selbstständigen Objects giebt, desgleichen dafs man nicht selten bei einem Tone zweifelt, ob er in oder aufser dem Ohr sey, so kann man die Subjectivität dieses Sinnes nicht bezweifeln. Mittelbar erhalten wir freilich durch das Ohr mehr objective Vorstellungen als durch irgend einen andern Sinn, weil es in Verbindung mit den Sprachorganen das Werkzeug geistiger Mittheilung ist, und sich dadurch unter unsern Sinnen zu dem ersten Rang erhebt. Ein allgemeines und entscheidendes Merkmal der Subjectivität oder Objectivität eines Sinnes liegt noch darin, dafs die Erscheinungen, die wir durch die subjectiven Sinne erhalten, nur an die Be-

dingung der Zeit, nicht des Raumes gebunden sind; die Erscheinungen der objectiven Sinne hingegen sind an beide Formen gebunden; ja ihre Räumlichkeit ist offenbar das, was sie zu objectiven Vorstellungen macht. Und man könnte zweifeln, ob es möglich seyn würde, uns selbst als ein Object zu erkennen, wenn nicht ein Theil unseres Ich, der Körper, unter der Bedingung der Räumlichkeit stände. Wenn Kant den Raum die Form der äufsern Sinnlichkeit nannte, so war wenigstens der Ausdruck nicht bestimmt genug, er ist nur Form der äufsern Objectivität.

Sollte ich den objectiven Werth beider Sinne vergleichen, so würde ich sagen, das Gefühl sey der nothwendigere, das Gesicht aber der wichtigere Sinn. Das Getast unterrichtet uns offenbar viel vollständiger und unmittelbarer von der Gröfse, Gestalt und vielen andern Eigenschaften der Körper, die wir von allen Seiten berühren können. Das Gesicht mufs erst von dem Getast unterrichtet werden, und erst wenn wir die Sprache, in welcher dieser Sinn zu uns redet, verstehen gelernt haben, erst dann leistet er uns die wichtigsten Dienste, und reicht in unermefslichen Fernen hinaus, wohin kein anderer Sinn reicht. Daher hat auch die mütterliche Natur keinem beseelten Wesen das äufsere körperliche Gefühl, als den unentbehrlichsten Sinn, versagt, obgleich viele des Gesichts ermangeln.

Ich kehre nach diesen Vorbemerkungen zu unserm Gegenstand zurück. Das Getast zeigt uns alle Körper in ihrer vollen räumlichen dreifachen Ausdehnung; das Gesicht zeigt sie uns nur unter zweien, da das Bild auf der Netzhaut eine blofse Fläche ist. Nehmen wir hiezu die beiden oben aufgestellten Thatsachen, dafs die Erscheinungen des Gesichts sich als selbstständige, unserm Ich nicht zugehörige Dinge darstellen, und dafs wir alles, was sich als solches darstellt, uns unmöglich anders als unter dreifacher räumlicher Ausdehnung vorstellen können, so folgt, dafs wir schlechthin gezwungen sind, zu den zwei Dimensionen, die uns das Auge zeigt, noch die dritte hinzuzufügen. Dieses ist aber gar nicht anders möglich, als wenn wir uns das Empfundene, als aufser uns im Raume, also in einer Entfernung vom Auge befindlich, vorstellen. Eben so unmöglich, als es uns ist, eine vierte räumliche Dimension uns vorzustellen, eben so unmöglich ist es, vermöge der Anlage und des Wesens un-

sers Vorstellungsvermögens, die dritte wegzulassen, wenn wir genöthigt sind, uns etwas als ein selbstständiges und von uns unabhängiges Object vorzustellen. Diese Nothwendigkeit ist so bindend, dafs wir selbst alsdann, wenn sich entweder etwas Bildähnliches auf der Netzhaut abmalt, ohne wirklich Bild eines Körpers zu seyn, oder wenn sogar Reizungen von anderen Ursachen als vom Lichte auf der Netzhaut entstehen, wir doch etwas aufser uns befindliches sehen, oder zu sehen meinen. Hieraus erklären sich die meisten optischen Täuschungen, bei deren Aufzählung und Erörterung ich mich nicht aufzuhalten gedenke, da sie in der Hauptsache nicht anders erklärt werden können, als es in jedem gründlichen physikalischen Werke geschieht.

Nur auf die Erscheinungen, von denen wir ausgingen, müssen wir jetzt wieder zurückkehren, weil sie nun erst ihre ganze vollendete Aufklärung erhalten können.

Der erleuchtete Kreis BC Fig. 1. ist nicht wesentlich verschieden von einem auf der Netzhaut entstandenem objectiven Bilde, was aus einem Gewebe von hellern und dunklern Stellen besteht. Wir empfinden aber genau die Richtung, in der jeder Stral die Netzhaut trifft. Da wir nun gezwungen sind, die Vorstellung aus uns herauszurücken und etwa in die Stelle cb zu versetzen, so fällt ohne weitere Erörterung in die Augen, dafs cb nichts als die umgekehrte Abbildung von CB seyn könne. Ich habe, um der Deutlichkeit in der Zeichnung willen, cb in einiger Entfernung vor das Kartenblatt gestellt. Eigentlich sehen wir aber dieses Bild in der Oeffnung I, welche wir als einen blofsen Punkt bisher betrachtet haben. Sie hat aber in jedem Fall einen kleinen Durchmesser, und dieser erscheint, wegen der grofsen Nähe am Auge, unter einem Winkel von beträchtlicher Gröfse; und da hier nichts vorhanden ist, was wie bei wirklichen Objecten, unsere Vorstellung von der Entfernung bestimmen könnte, da das, was wir sehen, kein wahres äufseres Object ist, so ist natürlich, dafs wir es an die Stelle setzen, wo sich der wirkliche Körper befindet, durch dessen Hülfe wir die Erscheinung hervorbringen.

Es sind aber bei dieser Erscheinung noch einige bisher noch gar nicht erörterte Umstände rückständig, deren Erklärung ich absichtlich bis hieher verschoben habe.

Ich habe oben hellere Flecke erwähnt, die von unten nach oben steigen. Sie rühren von kleinen Tröpfchen der Flüssigkeit her, die in den Drüsen des obern Augenliedes abgesondert werden, und bisweilen über die durchsichtige Hornhaut langsam herabfliefsen. Ich mufs hierbei noch den Umstand anmerken, dafs diese hellen Punkte eine Parallaxe haben, d. h. ihre Stelle gegen die dunklen Flecke verändern, wenn man das Auge bei unveränderter Lage des Kartenblatts ein wenig seitwärts bewegt. Dieses alles ist leicht zu erklären. Befindet sich ein solches Tröpfchen bei n (Fig. 1.), so sammelt es, wie ein convexes Gläschen, alles Licht was auf seine Fläche fällt, und bringt dadurch bei K eine hellere Stelle hervor. Wendet man aber das Auge ein wenig seitwärts, so ist leicht zu übersehen, dafs der helle Punkt auf eine andere Stelle als K fallen wird, während alle dunklen Stellen in ihrer gegenseitigen Lage bleiben.

In dieser Parallaxe liegt ein Mittel, wodurch man bei ungewöhnlichen Erscheinungen, die sich etwa auf dem Florgewebe zeigen, entscheiden kann, ob die Ursache derselben in der Netzhaut, oder in einem vordern Theil des Auges, z. B. in der Krystall-Linse, liege. Denn alles was nicht in der Netzhaut selbst liegt, mufs bei einer geringen Bewegung des Auges eine Parallaxe zeigen, desto merklicher, je weiter vorwärts es im Auge liegt. So kann man z. B. untersuchen, ob die fliegenden Flecke, die öfters schwache Augen, nach langer und starker Anstrengung, überall vor sich sehen, wenn das Auge gegen eine helle Fläche gerichtet ist, ihren Sitz auf der Netzhaut oder in einem vordern Theil des Auges haben. Denn diese Flecke zeigen sich auch auf dem Florgewebe, das man durch eine kleine Oeffnung sieht. Ob man vielleicht bei Augenkrankheiten, die nicht von entzündlicher Art sind, hiervon Gebrauch machen könne, um die Entstehung und den Fortgang des Uebels zu beobachten, mufs ich der Beurtheilung der Augenärzte überlassen.

Ich habe endlich oben noch die Erscheinung erwähnt, welche eine feine Spitze hervorbringt, die man vor oder hinter dem Kartenblatt vor die Oeffnung bringt.

Bei M (Fig. 1.) befinde sich eine Nadel, deren Spitze bis an die Linie kI reicht. Diese Nadel fängt also einen Theil der zwischen cI und kI befindlichen Stralen auf, die daher auch nicht zur Netzhaut gelangen. Daher mufs auf dieser zwischen C und K ein Schattenbild der Nadel so entstehen, dafs sich die Spitze bei K abbildet. Da dieses Bild verkehrt ist, aber als etwas aufser dem Auge befindliches gesehen wird, so erblickt man die Nadel in ihrer wirklichen Lage. Die Vergröfserung rührt von der Nähe der Nadel bei der Oeffnung und bei dem Auge her.

Befindet sich aber die Nadel bei L und reicht ihre Spitze bis zur Linie Ik, so wird wieder auf der Netzhaut ein Schattenbild von ihr entstehen, aber dieses wird jetzt von B bis K reichen. Da nun dieses Schattenbild wieder, als etwas aufser dem Auge befindliches erscheint, so mufs es, da das Bild auf der Netzhaut von oben nach unten gerichtet ist, in der Vorstellung von unten nach oben gehen, also gerade umgekehrt in Vergleichung mit der wahren Lage der Nadel liegen.

---

## II. Ueber ein Mittel, eine Abweichung des Augapfels von der Kugelgestalt zu entdecken.

Es giebt wenig Augen, welche die vollkommene Kugelgestalt haben. Es bemerkt aber Niemand diesen organischen Fehler, weil seine Wirkung blofs in einer etwas verminderten Schärfe besteht, mit der man einen sichtbaren Punkt unterscheidet. Auch ist er selten so grofs, dafs man schon bei einer genauen Betrachtung der durchsichtigen Hornhaut eine Abweichung von der Kreisgestalt wahrnehmen konnte. Die Optik giebt indessen ein Mittel an

die Hand, den Fehler, wenn er auch nur gering ist, dennoch mit Sicherheit zu entdecken.

Wenn man eine Anzahl feiner Parallelstriche, die in gleichem Abstand sehr nahe bei einander liegen, betrachtet, so mufs sie ein völlig fehlerfreies Auge in jeder Stellung derselben gleich scharf sehen, wofern sie sich in der Weite des deutlichsten Sehens befinden. Macht man aber den Versuch, und betrachtet solche Striche in den beiden Lagen, die sie Fig. 3. und 4. haben, so werden sie wenige Augen mit ganz gleicher Schärfe sehen. Am leichtesten kann man auch einen kleinen Unterschied in der Schärfe bemerklich machen, wenn man ein Blatt mit ein Paar solchen Vierecken, als Fig. 3. und 4. gezeichnet sind, an einer gut und gleichförmig erleuchteten Wand in gleicher Höhe mit dem Auge befestigt, und dann so weit zurücktritt, dafs man in keinem von beiden die einzelnen Striche unterscheidet und das ganze Viereck nur wie ein grauer Fleck erscheint. Tritt man alsdann allmälig näher heran, bis man anfängt, die Striche so scharf zu unterscheiden, dafs man sie zählen kann, so wird man fast bei jedem Auge finden, dafs dieser Punkt der Deutlichkeit bei dem einen Viereck früher eintritt als bei dem andern. Die meisten Augen sehen die wagrechten Striche in gröfserer Entfernung scharf; doch finden sich auch solche, welche die senkrechten in gröfserer Entfernung scharf sehen. Ja ich erinnere mich eines Falles, wo das eine Auge einer Person die wagrechten, das andere die senkrechten Striche in gröfserer Entfernung abzählen konnte. Es ist daher nöthig, bei Anstellung des Versuchs allezeit die Striche nur mit einem Auge zu betrachten, und daher das andere zu schliefsen. Jede Verschiedenheit, die man hierbei in der Deutlichkeit der beiden Figuren wahrnimmt, deutet allezeit auf eine Abweichung des Auges von der Kugelgestalt, und diese ist bei manchen Personen so grofs, dafs sie die Striche der einen Figur, besonders die senkrechten, nie scharf sehen, wie fern oder nahe sie stehen mögen.

Um deutlich einzusehen, wie diese Verschiedenheit entstehe, stelle man sich ein Auge vor, das nicht die Gestalt einer Kugel, sondern eines Ellipsoids hat, welches durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Achse entsteht. Denkt man sich diese Achse in lothrechter Stellung, so ist ein

wagrechter Durchschnitt des Ellipsoids durch den Mittelpunkt ein Kreis, der die halbe grofse Achse zum Halbmesser hat. Ein lothrechter Schnitt durch die kleine Achse hingegen ist die erzeugende Ellipse, und diese hat an der Stelle, wo sie den eben gedachten wagrechten Kreis durchschneidet, eine geringere Krümmung, als dieser Kreis. Denkt man sich nun ein Auge von der beschriebenen Gestalt und Lage, und man macht durch die Mitte der durchsichtigen Hornhaut einen wagrechten und einen lothrechten Durchschnitt, so wird der letztere ein gekrümmterer Bogen seyn, als der erste.

Nun stelle man sich unter BCD Fig. 2. zuerst einen lothrechten Durchschnitt des Auges vor, und EF sey die Oeffnung der Pupille. In A befinde sich ein stralender Punkt, und zwar in solcher Entfernung, dafs alle zwischen AE und AF in dieser Ebene liegende Stralen sich genau auf den Punkt B vereinigen. Hätte nun die Hornhaut in allen Durchschnitten dieselbe Krümmung, wie dieses der Fall seyn wird, wenn das ganze Auge kugelförmig, und daher auch die Hornhaut ein richtiges Kugelsegment ist, so würde in B eine scharfe Abbildung von A entstehen. Hat aber das Auge die angenommene abweichende Gestalt, und stellen wir uns jetzt unter der 2ten Figur einen wagrechten Durchschnitt vor, so ist die Hornhaut zwischen E und F flacher, als in dem lothrechten Durchschnitt. Die von A kommenden und in dieser Ebene befindlichen Stralen können also ihren Vereinigungspunkt nicht in B, sondern entfernter hinter der Netzhaut in G haben. Sie breiten sich also auf der Netzhaut in den kleinen Raum mn aus, und man sieht ein, dafs unter diesen Voraussetzungen die Abbildung des Punktes A nicht ein Punkt, sondern ein kleiner wagrecht liegender Strich seyn werde, den man seiner geringen Breite wegen als eine Linse betrachten kann.

Hieraus wird deutlich, wie einem solchen Auge sowohl eine wagrechte als eine lothrechte Linie erscheinen werde. Die wagrechte Linie sollte aus stätig zusammenhängenden Punkten bestehen; sie besteht aber wirklich aus lauter stätig zusammenhängenden kurzen wagrechten Linien. Die Linie wird also scharf erscheinen, weil ihre Breite unmerklich ist, und nur die äufsersten Endpunkte zeigen sich nicht scharf. Betrachtet hingegen ein solches Auge eine lothrechte Linie, so besteht auch sie aus stätig an ein-

einander gefügten wagrechten Strichen, von denen jeder die kleine Länge mn hat. Die ganze Linie wird sich daher zwar an ihren Endpunkten scharf begränzt zeigen, aber sie erscheint in ihrer ganzen Länge mit der Breite mn, also in der Gestalt eines schmalen Rechtecks, dessen lothrechte Gegenseiten aber keine scharfen Gränzlinien sind. Liegen nun die Bilder mehrerer solcher lothrechten Linien im Auge nahe genug zusammen, so fliefsen sie in einander, so dafs das Auge keinen einzigen Strich einzeln, sondern nur alle zusammen als einen grauen Fleck wahrnimmt.

Eben diese Verschiedenheiten könnten freilich auch entstehen, wenn das Auge zwar im Ganzen Kugelgestalt hätte, und nur die Hornhaut, oder die Krystall-Linse, nicht in allen durch die Augenachse gelegten Ebenen gleich starke Krümmungen hätten; aber wenn das Auge im Ganzen kugelförmig gebaut ist, so ist nicht wohl einzusehen, wie die einzelnen Theile eine unrichtige Gestalt haben sollten. Bei manchen Augen ist die Abweichung so merklich, dafs man sie schon aufser Zweifel setzen kann, wenn man den wagrechten und lothrechten Durchmesser der Hornhaut zwischen den Spitzen eines Zirkels fafst.

Eine sehr beträchtliche Abweichung des ganzen Augapfels von der Kugelgestalt erzeugt bisweilen noch einen andern sehr unangenehmen Fehler, nämlich eine stäte hin und her gehende oder oscillirende Bewegung des Auges, weil dieses in der Augenhöhle bei keiner Stellung eine recht ruhige Lage finden kann. Ein Fehler, der sich schon in der ersten Kindheit offenbart, und bei zunehmenden Jahren durch Aufmerksamkeit und Anstrengung zwar vermindert, aber nie ganz gehoben werden kann.

Dafs einem Auge von stark abweichender Gestalt durch geschliffene Gläser nicht geholfen werden könne, ist leicht einzusehen. Besonders sind demselben Lorgnetten unbrauchbar, und vermehren nur die Undeutlichkeit, weil sie die Zwischenräume nahe liegender Punkte verkleinern. In der Nähe sind convexe Brillen und in der Ferne Perspektive von einigem Nutzen, weil sie die undeutlich wahrgenommenen Punkte weiter aus einander rücken und dadurch ihre Unterscheidung erleichtern.

Man sollte bei Kindern aufmerksam auf solche Fehler seyn, die sich durch die angegebenen Mittel leicht entdecken und durch aufmerksame Behandlung in den ersten Jahren vielleicht vermindern oder heben lassen.

Woher übrigens eine abweichende Gestalt des Auges entstehen könne, ob vielleicht durch eine unzweckmäfsige Behandlung bei und nach der Geburt, mufs ich den Anatomikern und Physiologen zu untersuchen überlassen.

Ueber

# die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungs-Cratere.

Von Herrn von Buch *).

Mein Aufenthalt in den Canarischen Inseln, dann in den Schottischen Hochländern und in einigen der Hebriden-Inseln, hat mir zu Beobachtung einiger Erscheinungen Gelegenheit gegeben, welche für die Theorie der Vulcane nicht ganz unwichtig scheinen.

Ohne in das Einzelne dieser Beobachtungen einzugehen, welches nur ermüden könnte, werde ich versuchen sie im Allgemeinen darzustellen, und mich bemühen zu zeigen, wie sie mit einander in Verbindung stehen, und auf welche Art die Schlufsfolgen, welche aus ihnen hervorgehen, sich auf andere Länder in Europa übertragen lassen.

Schon vor mehreren Jahren habe ich auf den Unterschied aufmerksam zu machen gesucht, der zwischen einer basaltischen Insel und zwischen einem Vulcan im Meere ganz auffallend ist.

Die Vulcane sind einzelne freistehende, weit über umherliegende aufsteigende, kegelförmige Berge, welche fast jederzeit und, wie es scheint, wesentlich aus Trachyt (Trapp-Porphyr) zusammengesetzt sind, und aus welchen Feuer, Dämpfe und Steine hervorbrechen. Sie sind daher von Mas-

*) Vorgelesen den 28. Mai 1818.

sen umgeben, welche sie selbst um sich her aufgehäuft haben, von geschmolzenen Materien, die völlig den Gesetzen des Laufes der Flüsse gemäfs sich gegen die Tiefe bewegen, das ist von Laven oder von unregelmäfsigen zu sehr verschiedener Höhe aufgehäuften Steinen und Schlacken (Rapilli und Aschen). — In basaltischen Inseln hingegen sind die Massen gröfser, weiter verbreitet, den Schichten anderer Gebirge ähnlicher; in ihnen findet man keine Ströme, keine unregelmäfsig vertheilte Rapilli um einen Mittelpunkt her; in ihnen ist der Trachyt selten, und in sehr untergeordneten Verhältnissen. Ich habe gezeigt, wie auch in geographischen Verhältnissen sich dieser Unterschied bewährt, wie man zwischen Vulcanen ein reihenförmiges Fortliegen sehr wohl verfolgen kann, durch welches die Vulcane gleichsam zu Essen auf mächtigen Spalten des Innern werden *). —

*) Herr von Humboldt hat im 2ten Bande seiner Reise nicht nur den Zusammenhang der Vulcane auf dem Rücken der Andes und ihr eine grofse Spalte des Innern verrathendes Fortliegen schön auseinandergesetzt, sondern auch gezeigt, wie gleiche Verhältnisse in den Vulcanen der Antillen sich nachweisen lassen. Nicht weniger ist dies in der Südsee möglich, selbst da, wo es auf den Charten weniger hervortritt, als in den Aleuten, Kurilen, Marianen. Höchst auffallend ist hierbei die Beziehung dieser Vulcane auf die nächsten Inseln, denen sie vorliegen. Man darf es in der That wohl nicht mehr als Zufall betrachten, dafs unter so vielen im grofsen südlichen Weltmeer zerstreueten Inseln auch noch nicht eine entdeckt worden ist, auf der man andere als basaltische Gesteine gesehn hätte. Keine Beschreibung erwähnt einer andern Gebirgsart, und nichts der Basaltformation fremdartiges findet sich in der Forsterschen Sammlung, oder in der, welche Sparrmann in der Sammlung des Bergwerks-Collegiums in Stockholm niedergelegt hat. Aber mit Neu-Seeland bildet sich ein Circus von Landern und Inseln, die nicht allein durch Form und Richtung des Landes, durch charakteristisch sich auszeichnende Gebirgsreihen, sondern auch, was noch viel merkwürdiger ist, durch ihre Zusammensetzung und durch die Natur ihrer Gebirgsarten sich der Indischen Halbinsel anschliefsen. Nicht blofs auf dem kleinen Continent Neu-Seeland hat man primitive und andere Gebirgsarten von allgemeinen Formationen gesehen, sondern auch auf allen kleineren Inseln, welche vom Kreise der grofsen West-Australischen Kette berührt werden. Von der im Ocean verschwindenden Norfolk-Insel hat man schwarze Kalksteine nach Port Jackson geführt. Auf Neu-Caledonien haben La Billardiere und Forster Berge von Glimmerschiefer mit grofsen Granaten gefunden, und Serpentinsteine. Von den Hebriden, selbst von Tanna, beschreiben Quiros und Forster Glimmer und Quarze, welche nur Urgebirgen gehören. Von Santa Cruz hat Mendanna Marmor gebracht. Und den blendend weifsen Kalkstein der Cocos-Insel und in den Umgebungen des Carteret hafens auf Neu-Irland, die La Billardiere beschreibt (*Voy.* II. 232.), wird Niemand mit den Corallenflachen vergleichen, auf welchen in der Nähe der Societats- und Marquesas-Inseln noch jetzt die wenigen Bäume kaum ihre Wurzeln dem Bespülen des Meerwassers entziehen, wenn auch schon La Billardiere ausdrücklich versichert, dafs jener Kalkstein nichts anders sey als eine un-

Zwischen basaltischen Massen sind solche Verhältnisse nicht so leicht aufzufinden, und vollends in Continenten gar nicht.

Es scheint jedoch noch eine gröfsere Bestimmtheit in der Zusammensetzung einer basaltischen Insel zu liegen, durch welche eine jede unmittelbar zu einem für sich bestehenden Ganzen erhoben, und jede Meinung widerlegt wird, welche solche Inseln für Ueberreste eines Continents halten, oder zwischen ihnen einen ehemaligen, nun aufgehobenen Zusammenhang muthmafsen wollte. — Sie geht hervor durch die Zusammensetzung aus Schichten übereinander, welche sich von allen Seiten gegen die Mitte heraufheben, und aus der grofsen Kessel-Umgebung des Innern, die ich den Erhebungs-Crater, *cratère de soulèvement*, zu nennen gewohnt bin.

geheure Menge von Madreporwohnungen mit einigen Nautilen dazwischen. Denn auf der Cocos-Insel erheben sich diese Felsen bis zu 460 Fufs hoch, am Carterets-Hafen bis zu 1380 Fufs, und nicht in einzelnen Bergen, sondern in Reihen, den innern an 6000 Fufs hohen Ketten wahrscheinlich gleichlaufend. — Alle diese Inseln haben eine wunderbare Uebereinstimmung in der Form; alle sind langgedehnt, schmal, sehr hoch in Ketten hintereinander; kaum eine ist rund wie Otaheiti, Oyolava oder Owayhi; alle in der Richtung, welche ihnen durch die nördliche Insel von Neu-Seeland bezeichnet ist, und am andern Endpunkt durch Neu-Guinea, mit dessen westlichen Spitzen sich diese Kette in den Molukken zersplittert. Selbst die kleinen Molukkischen Inseln gehören noch diesen Reihen; es sind keine Basalt-Inseln, den Sporadischen Inseln der Südsee ähnlich. Auf dem kleinen Amboina war, nach La Billardiere, Granit von feinem Korn, der Turmalinkrystalle umschliefst, die Grundlage der Hügel. Höher Kalkstein, dem Jura-Kalkstein ganz ähnlich. — Nun ist aber in allen Inselgruppen der Südsee (westlich der Gallopagos) kein wirklicher und brennender Vulcan bekannt, die einzige Tofua der Freundschafts-Inseln ausgenommen. Dagegen umgiebt ein wahrer Kranz von brennenden Vulcanen die primitive West-Australische Kette. Von Tanna an Neu-Caledoniens Ostküste gehen sie fast ununterbrochen fort bis in die Molukken. Die vorzüglichsten unter ihnen sind, aufser Tanna, Gardners Island (17° 57 *lat.* 157° 17′ *W. Gruch.*); Ambrrym der neuen Hebriden, ein grofser Vulcan, nordlich von St. Cruz, den Mendanna 1595 gesehn (*lat.* 10° *long.* 164°), und nach ihm Carteret, d'Entrecasteaux und Wilson; dann die, welche Dampier, Carteret, d'Entrecasteaux an Neu-Britanniens, an Neu-Irlands, an Neu-Guinea's Nordostküste hin gesehn haben, theils auf Inseln, dem Lande ganz nahe, theils auf dem Lande selbst, als ware die Nachbarschaft der Bergkette des Innern dieser Lander zu ihrem Daseyn vollig nothwendig. Vielleicht wegen gröfserer Oberflachen-Nahe der nicht oxydirten Erden im Innern der Primitivkette!? In der That scheinen diese Vulcane der Ostseite der Südseekette weit mehr anzugehören, als der westlichen Seite. Wenigstens sind westlich von den Hebriden und von Neu-Caledonien bisher noch keine gesehn worden, und südlich von Neu-Guinea nur allein ein Vulcan in Torres-Strafse 9° 42′ *Lat. S.*, den Capitain Bampton im Chesterfield bemerkt hat. Flinders *Introd.* XII.

Nachdem wir Madera gesehn, Teneriffa und Gran-Canaria untersucht hatten, ward doch unsre Neugierde nicht wenig gereizt, wenn man uns von Palma erzählte, und von der grofsen Caldera, in der man nur mit Lebensgefahr sich hinein wagen könnte, und wenn wir lasen, wie in dieser Caldera der Fürst Tanausu sich gegen die Spanier und ihren kriegserfahrnen Anführer Alonzo de Lugo viele Monate lang glücklich vertheidigt hatte, und nur durch verrätherisches Hervorlocken bezwungen werden konnte. — Wir erreichten die Insel bei der Stadt St. Cruz am 22. September 1815 und begaben uns sogleich nach den Zuckerplantagen von Argual auf der westlichen Seite. Den folgenden Tag waren wir auf dem Wege nach der Caldera. Ein tiefes, senkrecht umschlossenes Thal, der Baranco de las Angustias öffnete sich dorthin, mehr einer grofsen Spalte als einem Thal ähnlich. Im Hintergrunde weit in der Ferne sahe man senkrechte Felsen, völlig in den wunderbaren zerrissenen Formen einer alpinischen Aussicht. Das Thal selbst zertheilte die Schichten, aus denen seine Seiten bestanden, und man sahe sie die ganze Länge fort sich regelmäfsig gegen das Innere erheben. Mit ihnen die Berge. — Auf solche Art waren die obersten Schichten des Gipfels die tiefsten im Thale gegen das Meer, und im Heraufgange des Thales durchschnitten wir wie im Profil alle Schichten, aus denen diese Insel bestand. Schon im ersten Herabsteigen, 300 Fufs von Argual, gegen den Boden des Baranco setzten uns Blöcke nicht wenig in Erstaunen, wie wir von ihnen bisher auch noch nicht eine Spur gesehn hatten, nicht auf Gran-Canaria, nicht auf Teneriffa oder Madera; Massen von unverändertem Feldspath und gemeiner glänzender Hornblende, in grob- und kleinkörnigem Gemenge, mit Glimmer und auch wohl mit Granaten und mit Schwefelkiespunkten dazwischen, — ein Gestein, wie am Gotthardt, wie in Schlesischen Gebirgen, dem Glimmerschiefer wesentlich untergeordnet. — Die Blöcke sind hier dem Ort wo sie liegen fremdartig, und schienen aus dem Innern der Caldera hervorgerissen zu seyn. — Unten am Meere war eine der untersten und sehr mächtigen Schichten von Basalt. Er war dicht und schwer, kaum feinkörnig im Sonnenlicht; durchaus erfüllt von erbsgrofsen Krystallen von schwarzem, glänzendem Augith, und in gleicher Menge von fast durchsichtigem lauch- und oelgrünen Olivin; ein Basalt, wie aus den Bergen des Mittelgebirges in Böhmen. Auch dieser Anblick war uns neu. Denn solcher Basalt ist auf diesen In-

seln, wie in England und Schottland, eine grofse Seltenheit. Drüber lagen noch einige Hundert Fufs Schichten von Gerüll, zum Theil grofse Blöcke basaltischer Gesteine, wie sie in andern Theilen der Insel anstehend gar häufig sind. Auch darunter wechseln nun in unendlicher Zahl Gerüll-Conglomerate von zehn oder funfzehn Fufs Höhe mit dichteren Schichten, zum Theil mit Mandelstein. Weiter im engen Thale herauf erschienen von der Höhe Gänge wie Mauern durch die lockeren Gerüll-Massen und aus ihnen hervor. Sie waren mit feinkörnigen Basalt-Gesteinen ausgefüllt, welche Augith wohl, wenn auch nur sparsam, Olivin aber kaum und nur in sehr feinen Körnern umschlossen. Je weiter wir in der Enge vordrangen, um so häufiger wurden diese Gänge, und da, wo endlich, wie in den Schöllenen, die Felsen nahe herantreten und der Bach in der Tiefe, der einzige der ganzen Insel, schäumend von Block zu Block fällt, liefen die Gänge in allen Richtungen von oben herunter, durchschnitten, verwarfen sich in der wunderbarsten Art, so dafs die hohe Felswand der Spalte von ihnen wie ein Netz bedeckt war. Die Schichten in ihrem Fortlauf noch zu verfolgen war nun nicht mehr möglich. Die Gänge hatten sie völlig in Trümmern zerrissen, und diese Trümmer hielten sie in chaotischer Wildheit durch ihre feste Masse vereinigt. — Einige Schichten sind sogar im Halbkreis gebogen, andere in scharfen Winkeln zerbrochen, von andern verschwindet der Fortlauf so ganz, dafs man sie für fremdartige Blöcke halten möchte, wären sie nicht fest von den Gängen umschlossen. Dahin ist es freilich mühsam zu dringen. Die Sonnenstrahlen erleuchten nur für wenig Stunden die Enge, und man mufs durch das Wasser des Bachs von Block zu Block springen, oder sich mit den Händen um überhängende Felsstücke herumschwingen. Es ist das Tiefste, das Innere des Berges.

Das Gestein zwischen den Gängen hatte schon lange das Ansehn einer körnigen Masse. Bei näherer Betrachtung aber sahe man wohl, dafs es dies Ansehn nur von einer unendlichen Menge kleiner tessularischer und langgezogener Drusen erhielt, die im Innern gröfstentheils mit Chabasit dann auch mit Analcim ausgefüllt sind, und wie ich aus der hyacinthförmigen Krystallisation zu schliefsen geneigt wäre, auch von Kreuzstein, wenn nicht Meyonit. So klein diese Blasen auch seyn mögen, so sind sie doch fast alle nur zum Theil ausgefüllt, und enthalten in der Mitte noch eine Höhlung, in welcher die Krystalle frei schweben. Und damit erweisen auch sie

ihre spätere Infiltration in der Höhlung. Die Masse selbst ist Trachyt, dunkel rauchgrau der Grund, aus feinkörnigen, kleinen, unbestimmbaren tessularischen Körpern; — glasige Feldspathe, gelblichweifs und strohgelb, haben sich darin zwar noch in grofser Menge, aber nur in langgezogenen, sehr dünnen Krystallen erhalten, die im Ganzen schichtweis parallel, doch offenbar von den Zeolithblasen auf die Seite gepreſst und weggedehnt werden. Auch einige Schwefelkiespunkte liegen in der Masse, und, wie es scheint, sogar auch Granaten. Dies war das erste Feldspathgestein, das wir auf Palma gesehn hatten, und es blieb auch das Einzige. — Wenig weiter liegt es vermengt, und weicht endlich einem Gestein, das noch völlig durch seine Lagerung, nicht aber durch seine Masse, an Produkte des Feuers erinnert. Es war der Ursprung der Blöcke, die wir am Ausgang des Baranco hatten umher liegen sehen. Es ist ein Gemenge von grünlichschwarzer grobkörniger Hornblende mit etwas weniger gemeinem weifsen Feldspath: ein schönes frisches Gestein, wie so häufig im Gneufs. Zwischen der Hornblende liegt schwarzer Glimmer nicht selten, und, wie gewöhnlich in der Hornblende, auch kleine Körner von Schwefelkies. Und Granaten wäscht der Bach aus und sammelt sie wieder im Sande zwischen gröfseren Steinen. Dann erscheinen Massen von grasgrünem Epidot mit grofskörnigem Kalkspath im Gemenge und auch wohl mit Granaten dazwischen, dem Gestein ähnlich, das man über Jänowiz bei Kupferberg in Schlesien in dem Hornblendschiefer eingelagert antrifft. Dies sind offenbar Gesteine der Primitiv-Formation, und gewifs sind sie nicht weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt: denn es sind nicht ausgeworfene Blöcke, sondern zerrissene Schichten. Die basaltischen Gänge setzen durch sie hin, in der Tiefe fort, und halten sie als ein Ganzes zusammen; deswegen kann man sie nicht bis dahin verfolgen, wo sie in den reinen Verhältnissen ihrer Formation zu beobachten wären. — Die Spalte hebt sich nun schnell gegen den Rand der Caldera; man steigt wieder zu vorigen Schichten herauf, und da, wo man endlich den Boden der Kesselumgebung betritt, 2164 Fufs über dem Meere, hat man schon wieder völlig basaltische Gerüll- und feinkörnige Dolerit-Schichten erreicht. — Das Innere dieses ungeheuren Kessels besteht nun gänzlich aus Schichten übereinander, welche hier mit viele Tausend Fufs hohen Abstürzen umherstehen. Sie scheinen söhlig auf einander zu liegen, denn es sind die Köpfe der Schichten, welche vom Meere aus mit der Neigung

gung der äufseren Fläche heraufsteigen, so dafs man den Crater als die Axe des Kegels ansehen könnte, den die Insel selbst bildet. Hin und wieder dringen auch noch hier die Gänge bis zum Gipfel herauf, durchschneiden die Felsen und stehen nicht selten wie ungeheure Wände hervor. Auf dem Boden zieht sich ein flaches Thal hin, mehr als zwei Stunden lang, von Hügeln umgeben. Dichte Wälder von Lorbeeren, von *Myrica Faya* und von Canarischen Fichten bedecken den Fufs der Felsen, und in den Spalten ziehen sich einige Cedern der Inseln (*Junip. Oxyced.*) herauf.

Das ist dem Crater eines Vulcans nicht ähnlich. Hier sind keine Lavenströme, keine Schlacken, keine rollenden Rapilli und Aschen. Und noch nie hat man wohl Cratere eines Vulcans beobachtet, von solchem Umfang, von solcher Gröfse, so tief und prallig eingesenkt. — Wenige Tage später stiegen wir von St. Cruz auf der äufseren Seite des Berges bis zum Gipfel, fast immer nur auf feinkörnige Doleritschichten, denn es sind die letzten Schichten der Reihe. Wir fanden den Rand am Pico del Cedro 6756 Fufs über das Meer; den Pico de los Muchachos gegenüber, den höchsten der Insel, 7160 Fufs hoch. Von ihrer Höhe fallen sogleich die Felsen in der Caldera herunter. Die Tiefe dieses imposanten Kessels beträgt also nicht weniger als 4800′ oder nahe an 5000 Fufs. — Auch oben auf diesen Gipfeln war von Schlacken und Rapillikegeln nicht eine Spur. Das Gestein ist wieder dem Basalt sehr ähnlich, graulichschwarz, wenig schimmernd und schwer, mit vielen sehr kleinen Augith-Krystallen, welche durch die Verwitterung gar scharf und glänzend über die Oberfläche hervortreten, und welche bis zu so kleinen Punkten herabfallen, dafs man ihnen wohl gröfstentheils das Schimmernde der Masse zuschreiben mufs, dann auch mit weniger deutlichem Olivin in sehr kleinen Körnern, wodurch die Natur dieser Schichten ganz von der des Trachyts entfernt wird; denn Feldspath und Olivin finden sich nicht gern vereinigt.

Bei dem Ueberblick dieser merkwürdigen, rund umher ausgebreiteten Insel, bei der Ansicht des Umfanges und der Tiefe des Kessels der Mitte, bei dem Gedanken, wie hier nicht Laven-Ströme, sondern Schichten gleichförmig vom Meere bis zur gröfsten Höhe sich erheben, sieht man gleichsam von selbst die ganze Insel aus dem Boden der See heraufsteigen; die Schichten werden von der hebenden Ursach, von den elastischen Mächten des Innern selbst mit erhoben, und in der Mitte brechen diese Dämpfe

hervor und eröffnen das Innere. — Dieser Crater wäre dann eine Wirkung der Erhebung der Insel, und deswegen nenne ich ihn den Erhebungs-Crater, um ihn nie mit Ausbruchs-, Eruptions-Crateren zu verwechseln, durch welche wahre Vulcane mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. — Selbst auch die wunderbaren Baranco's, welche in so unglaublicher Menge den Abhang zerschneiden, scheinen eine unmittelbare Folge dieser Erhebung. Es sind wahre Spalten durch den äufseren Umfang der Schichten; man steigt drei, vier oder selbst fünfhundert Fufs zu ihnen herunter, so steil, dafs gewöhnlich die Fufswege im Zickzack sich an den Seiten herabwinden müssen, und von oberen zu unteren Schichten fort. Kaum wieder oben, so erscheint sogleich wieder ein neuer Baranco, gleich tief und bedeutend; und dies in solcher Menge fort, dafs man es bei Weitem vorzieht, die 7000 Fufs zum Gipfel des Pico de los Muchachos zu steigen, als queer durch diese Thäler nur wenige Meilen zu gehen. — In ihnen läuft Wasser nur in der wenigen Zeit, wenn auf den Bergen Schnee liegt, und solchen Wässern wird man die Entstehung dieser Thäler auch nie zuschreiben können, denn auch der stärkste Strom könnte nicht feste Felsen wie mit Messern zertheilen. Allein haben sich die Schichten gegen die Mitte erhoben, so müssen sie am Umfang zerreifsen und Spalten zurücklassen, denn dieselbe undehnbare Masse soll sich nun auf der Oberfläche des Kegels über gröfsere Räume verbreiten. Wir sehen genau dieselbe Wirkung, wenn wir eine feste Thonmasse plötzlich und mit Gewalt heraufstofsen. — Auch ist es ganz auffallend, wie diese Barancos fast nur den Crater umgeben, aber dort, wo die Insel niedriger wird und sich in die Länge ausdehnt, seltener werden, selbst in einer ganzen Ausdehnung gar nicht vorkommen.

Vielleicht sind wenige Inseln an Deutlichkeit und Schönheit dieser Verhältnisse mit Palma zu vergleichen. Allein nachdem sie uns hier so klar sich dargestellt hatten, fanden wir sie leicht auf den anderen Canarischen Inseln wieder, wo sie weniger deutlich und eindringend hervortreten. — Offenbar war Gran-Canaria durchaus nicht anders gebildet. Diese Insel ist zirkelrund und erhebt sich eben so regelmäfsig vom Ufer des Meeres bis zur Mitte. — Als wir am 20sten Juli von Las Palmas, der Hauptstadt der Insel, Tiraxana besuchten, führte uns der Weg einen halben Tag aufwärts sanft in die Höhe bis 2874 Fufs über das Meer, dann plötzlich an senkrechten basaltischen Schichten herunter, 800 Fufs tief. Da lag das Dorf,

auf der anderen Seite noch von viel höheren senkrechten Felswänden umgeben, in der Mitte einer ungeheuren Caldera. Wir brauchten volle vier Stunden queer durch sie hin, jenseits den Rand wieder zu erreichen, und mufsten dort bis 3611 Fufs heraufsteigen. Und der Pico del Pozo de Nieve, der höchste der Insel, steht, wie in Palma, mit unersteiglichen Abstürzen über der Caldera bis 5930 Fufs hoch. — Auch hier durchschneiden wieder viele Barancos den äufseren Abhang; doch nicht in der Menge, und nicht ganz so strahlenförmig von der Mitte, wie in Palma. Die Insel ist nicht so hoch und ihre Grundfläche ist gröfser; daher ist hier weniger Ursach der Zerspaltung gewesen. — In dem tiefen Baranco von Texeda fanden wir den Baranco de las Angustias wieder; — erreicht er auch die Caldera nicht, so ist doch in ihm eine gleiche Zerspaltung bis tief in das Innere des Berges; und die Schichten werden durch eine unglaubliche Zahl mannigfaltig sich durchsetzender Gänge auf eben die Art verworfen, zerrissen und zerstört. Wir hätten uns in der That in den Engen von Texeda ebenfalls nach Schichten von primitiven Formationen umsehen können. — Und wirklich mögen sie nicht sehr weit seyn. Denn der Feldspath erscheint immer häufiger in den Schichten; die Natur des Trachyts wird je tiefer so stets mehr hervorspringend. Ja oft ist der Feldspath so wenig glasig, dafs man glaubt, ähnliche Lager wohl schon eher im Granit gesehen zu haben. — Die oberen Höhen dieser Berge, die sich in 4000 Fufs Höhe erhalten, bestehen alle dagegen aus festem, dichtem, schwarzem Basalt, mit Augith und mit Olivin, und bedecken sehr mächtig mehrere Hundert Fufs hohe Lager von Mandelstein, in dem prächtige Analcimdrusen die grofsen Höhlungen ausfüllen.

Daher ordnen sich die Schichten dieser erhobenen Inseln in einer bestimmten Folge auf einander. Unten Primitivschichten, welche von der Erhebungs-Ursache durchbrochen werden. Dann Trachytmassen. Drüber und auch drunter eckige Trachyt-Conglomerate, oder Breccia- und Tuffschichten häufig gar vielmal mit einander wechselnd. Dann Dolerit mit Feldspath, wechselnd mit Gerüllschichten von blasigen Stücken dieser Gesteine. Dann Mandelstein; endlich Basalt, die äufserste Bedeckung.

Der Cirkus, der auf Teneriffa den Kegel des Pic im grofsen Halbkreise umgiebt, mag wohl ebenfalls noch der Rest des Erhebungs-Craters

seyn, in dessen Mitte sich der Vulcan erhob. Die äufsere Umgebung besteht auch aus Schichten über einander, die sich vom Meere aus mit der Neigung der Oberfläche heraufheben, und nicht blofs auf der Seite, wo jetzt noch die senkrechte Umgebung so auffällt, sondern auch dort, wo jetzt Obsidianlaven des Pic fast Alles bedecken. Das sieht man recht deutlich von Orotava aus an den Abstürzen der Felsen von Tigayga, die uns die ganze innere Bildung dieses Theils der Insel eröffnen. Man wird die Gesteine dieser Schichten, feinkörnige Doleritmassen und braunen Tuff, nicht mit den Feldspathreichen Laven verwechseln, die vom Pic herabkommen, und mit dem weifsen Bimsteintuff, der, aus neueren Laven entstanden, Teneriffa in den untern Theilen umgiebt.

Das wirkliche Heraufsteigen so grofser Inseln aus dem Grunde des Meeres kann uns übrigens gar nicht mehr unwahrscheinlich vorkommen, seitdem in unseren Tagen bei Unalashka eine Insel erschienen ist, von 6 Stunden Umfang und gewifs von 3000 Fufs Höhe. — Schon Sabrina, die neue Insel, welche bei St. Miguel in den Azoren am 4ten Juli 1811 entstand und im October wieder verschwand, bewies die Möglichkeit dieses Erhebens. Die Insel war nicht dem ausgeworfenen und aus lockeren Schlakken gebildeten Monte Nuovo bei Neapel gleich, sondern, nach der Zeichnung des Capitain Tillard, eine feste Masse von 300 Fufs Höhe, mit einem Crater darinnen, und mit einem Ausgang wie die obere Mündung des Barranco von Palma, und wie er in der That überall an Erhebungs-Crateren sich findet.

Sehen wir nun die Nachrichten oder Zeichnungen etwas genauer an von den Inseln, welche keine Vulcane sind, aber doch zu basaltischen Formationen gehören, so werden wir sehr bald eine unerwartete Gleichförmigkeit ihrer Zusammensetzung entdecken. Nicht allein finden sich die sanft aufsteigenden, zusammengehörenden Schichten, sondern auch gar häufig der Erhebungs-Crater recht deutlich. Das Aufsteigen der Schichten führt unmittelbar zu ihm hin, — und wäre es auch, dafs partielle Einstürzung des kesselförmig Umgebenen die Form der Caldera verändert, in die Länge gezogen, oder gar nur eine Seite frei gelassen hätte; wäre es auch, dafs ein ganzer Theil der Insel wieder eingesunken wäre, wie Sabrina, und nur noch

ein Rest übrig ist: so würden die Köpfe der übrig gebliebenen Schichten noch immer verrathen, wo einst dieser Erhebungs-Crater war, dem die Insel ihr erstes Hervortreten verdankt. — In Lancerot sieht man eine grofse Menge kleiner Eruptionskegel, Lavenströme, Schlackenberge und Tuff; der bei weitem gröfsere Theil der Insel ist damit bedeckt. Allein im höchsten nordlichen Theile heben sich Schichten, und fallen dann plötzlich 1200 Fufs ab in das Meer, gegen die Meerenge von Rio. Da folgen wieder Basalt mit Olivin und Augith, rother Schlackentuff, Mandelstein in mehreren Schichten mit eckigem Schlacken-Conglomerat und mit Tuff wechselnd, dann Gesteine, welche Feldspath enthalten. Hier also, nach dieser Seite hin, in der Meerenge von Rio, würde der Erhebungs-Crater von Lancerot noch zu beobachten seyn, wäre nicht der gröfsere Theil der Umgebung wahrscheinlich wieder in den Abgrund versunken. — Anders ist es in Fortaventura; da steht die Stadt St. Maria de Betancouria in einer deutlichen Caldera, die, wenn auch nur klein, doch völlig durch die Natur ihrer basaltischen Gesteine, durch die Abstürze gegen das Innere, durch die Neigung nach aufsen weg, ganz ausgezeichnet ist. Ja, im Grunde, nicht weit von der Stadt, ist sogar noch ein Felsen anstehend aus langkörniger Hornblende und gemeinem Feldspath, als hätte man sie aus einem Lager am Gotthardt genommen. *)

In Madera dringt man mit Mühe durch tiefe und enge Schlünde in das tief und senkrecht umschlossene Thal, den Coral, über welchem der Pico de Ruivo von der einen, der Gipfel vom Toringas von der anderen Seite mit 4000 Fufs hohen Abstürzen stehen. Die Richtung der Schichten an diesen Bergen herauf zeigt, dafs es der wahre Erhebungs-Crater der Insel ist. Ein ähnliches so tief umschlossenes, so tief in das Innere der Berge eindringendes Thal ist auch sonst auf der Insel nicht weiter. Wahre Ausbruchs-Vulcane, Ausbruchs-Cratere, Lavenströme und Auswürflinge, die zu solchen Kegeln gehören, sind dagegen auf Madera bisher noch nicht bemerkt worden. — So ist auch St. Helena eine Erhebungs-Insel ohne Vulcan; ihr Erhebungs-Crater liegt aber wahrscheinlich im Meer. — Nicht so auf Amsterdam, südlich von Afrika. Die kleine merkwürdige Insel, die man nicht richtig einen Vulcan nennt, umschliefst einen der schönsten Erhebungs-Cratere, die nur irgend eine Insel aufzuweisen vermag. Barrow, in seiner

*) Nach den Beobachtungen des Naturforschers Don Francisco Escolar in St. Cruz.

Reise nach Cochinchina, hat ihn beschrieben und davon schöne Zeichnungen gegeben. Noch lehrreicher sehe ich ihn jedoch in Mortimers Reise nach der Südsee. Die unregelmäfsigen Schichten sind auf Mortimers Zeichnung gar deutlich, wie sie sich am Abhang erheben und sogar Gänge durch die Schichten sind klar angedeutet. — Gar trefflich geht aus Bory's lebhaften Beschreibungen und aus der schönen Charte hervor, wie auch die Insel Bourbon in ihrem nördlichen Theile ganz aus basaltischen Schichten besteht, und leicht ist der Mittelpunkt zu finden, zu dem sie heraufsteigen. Der Vulcan in Südosten dagegen zeigt völlig davon verschiedene Formen, völlig verschiedene Produkte. — Wie schön zeigen nicht Van Couvers Ansichten der Insel Albemarle der Gallopagos-Inseln den Erhebungs-Crater, wie deutlich zeigen sich nicht diese Verhältnisse an den Felsen von Mannoo der Sandwich-Inseln? Und in Barren-Island im Golf von Bengal finden wir, wie in Teneriffa, einen Vulcankegel in der Mitte der Umgebung der erhobenen Insel. An der Seite öffnet sich die Mündung eines Baranco, wie in Palma (*Asiatick Researches Vol. X.*).

Wenn wir in so weit entlegenen Gegenden diese Verhältnisse wiederholt sehen, so mögen wir Grund genug haben, ihre Allgemeinheit zu muthmafsen, und uns jede andere basaltische Insel im Meer nicht anders vorstellen. Auch die Färoar-Inseln sind ihnen ganz ähnlich, und so bestimmt, dafs Sir George Mackenzie, der an der Feuerbildung dieser Inseln nicht zweifelt (in seiner Beschreibung derselben in Brewsters Encyclopädie), doch ausdrücklich versichert, auf keiner eine vulcanische Spur gefunden zu haben.

Die Vulcane dagegen, die einzelnen freistehenden, steil hervorspringenden Kegel, aus welchen Ausbrüche aller Art und Laven hervorkommen, erlauben nur selten die Untersuchung der inneren Masse, aus der sie bestehen. Aber wenn sie jemals basaltische Gesteine hervorbringen, so geschieht es nur von Seitenausbrüchen, weit vom Hauptschlunde entfernt. — Man kann es jetzt als Regel annehmen, dafs alle Laven, die wahren nämlich, welche in Strömen von den Abhängen der Vulcane herabfliefsen, glasigen Feldspath enthalten. — Der Vesuv ist als einzige Ausnahme unter so vielen zu klein. — Dieser Feldspath aber führt unmittelbar auf Trachyt als erste

und nächste Umgebung des vulcanischen Heerdes. Und in der That, kann man in den Kegeln selbst festes Gestein auffinden, so ist es diese den Vulcanen wesentliche Gebirgsart. In Teneriffa sieht man den Feldspath nicht eher, bemerkt schon Humboldt sehr richtig, als wenn man dem Pic und den vulcanischen Wirkungen sich nähert. Im Innern des Craters stehen von Trachyt wahre Felsen an, eine dunkel rauchgraue, matte Hauptmasse, mit gar vielen Feldspath-, wenigen Hornblend-Krystallen. — Unmittelbar aus dem Trachyt entsteht durch Schmelzung der Obsidian. Auch das wird ganz einleuchtend am Gipfel des Pic. Die Obsidianströme, von einer Masse, klingend und schneidend wie Glas, brechen aus einer Oeffnung wenig Hundert Fuſs unter dem Gipfel, und verbreiten sich von dort am Abhang herunter, wie Wasser thun würde, oder besser noch wie geschmolzenes Glas. Auffallend sieht man diese schwarzen Ströme auf dem weiſsen Bimstein, der den Kegel bedeckt; einige Arme bleiben wie Tropfen am Abhange hängen, andere gehen bis in die Tiefe des Circus herunter und verbreiten sich auf der Fläche. Diese Obsidiane enthalten überall noch die Feldspathe des Trachyts, aus dem sie hervorkommen. Auf allen ist die Oberfläche glasiger Bimstein, oben farbenlos, unten stets dichter und immer mehr mit der Farbe des Obsidians, auf solche Art, daſs hier kein Zweifel bleibt über die Entstehung des reinen weiſsen Bimsteins aus dem Obsidian und somit aus dem Trachyt. — Brechen die Laven tiefer an den Seiten des Vulcans hervor, so ist wahrscheinlich der Druck, den sie im Innern erlitten haben, der glasigen Bildung nicht günstig; die Masse ist dicht, oder sehr feinkörnig und matt; enthält aber immer noch den glasigen Feldspath in Menge. — Die Gegenwart des Bimsteins erweist daher wieder rückwärts den Obsidian, dieser die Anwesenheit des Trachyts. — Bisher kannte man z. B. den Isländischen Obsidian nur als einzelne Stücke im Tuff. Sir George Mackenzie fand ihn als wahren Lavenstrom in einem weit entlegenen Thale; seitdem mögen wir gewiſs überzeugt seyn, auch der Trachyt werde sich noch höher im Innern von Island anstehend finden. — Der groſse Vulcan von Sumbava bedeckte im Jahre 1815 mit Bimsteinen das Meer bis Macassar, und in so unglaublicher Menge, daſs Schiffe sie für feststehende Inseln ansahen und sich nur mit Mühe durchdrängen konnten. Lavenströme hatte man gegen West vom Berge abflieſsen sehen. Der groſse Bimsteinausbruch mit ihnen zugleich ist uns Bürge dafür, daſs dies zuverlässig Obsidianströme gewesen

sind. — Am Aetna dagegen findet man Bimstein nicht, und somit mögen wir immer jede Nachricht von Obsidianlaven am Aetna für zweifelhaft halten, wenn auch der Trachyt, aus dem wahrscheinlich auch dieser Vulcan gebildet ist, hinreichend durch die grofse Menge von Feldspath verrathen wird, den die Aetnalaven enthalten; — sehr verschieden von den Basalten am Fufse bei Jaci, oder gegenüber bei Bronte, die nicht dem Vulcan, sondern den Schichten des Erhebungs-Craters gehören. — In der That lassen sich alle Vulcankegel, wenn man diese Erscheinungen etwas zusammenstellt, als Dome von Trachyt ansehen, wie in Auvergne der Puy de Dome ist, und wie so viele andere Puys dieser Reihe, oder wie die Sieben-Berge bei Bonn. Blasen, die sich über die Spalten des Innern erheben, welche das reihenförmige Fortliegen der Vulcane bezeichnet. Daher steigen sie so steil, so mächtig herauf. Bricht der Dom auf, so wirkt nun die vulcanische Kraft aus dieser Esse heraus, treibt die Produkte des Innern zur Oberfläche, bringt sie mit der Atmosphäre in Berührung, in Schmelzung, und zerstreut sie nun über den Abhang. — Eröffnet sich der Gipfel nicht, wie im Vulcan auf Bourbon, wie am Puy de Dome, wie am Chimborasso, so sind die kleineren Ausbrüche, aus denen Laven hervorbrechen, um so wirksamer. — Und wenn diese kleinere Ausbruchsöffnungen auf ihrem Wege Schichten der basaltischen Insel antreffen, so werden die Laven, die sich ergiefsen, eine Wiederholung der letzten basaltischen Schicht, durch welche die vulcanischen Dämpfe entweichen. — Die Lava, welche im Jahr 1677 die wohlthätigen warmen Quellen von Fuencaliente in Palma zerstörte, und die, welche sich aus vielen Kegeln 1730 über einen grofsen Theil von Lancerot verbreitete, enthalten Olivinstücke, kopfgrofs wie der Basalt am Winterkasten bei Cassel; die Lava von Guimar auf Teneriffa ist voll von Olivin, ganz der Natur der Pic-Laven entgegen. Aber an allen diesen Orten liegt die basaltische Schicht unmittelbar darunter, welche dieselben Massen und in denselben Verhältnissen enthält. Sie waren daher nur umhüllt, nicht Produkte des Vulcans.

Die vulcanischen Ursachen wirken, so scheint es, unmittelbar auf die nicht oxydirte Masse der Erde. Sie bilden daraus durch Oxydirung, vielleicht sogar schon unmittelbar, den Trachyt, und aus dessen Vermengung mit verflüchtigtem Eisenglanz die Laven. Diese Nähe zur ersten Quelle des

des Feuers bewirkt es daher wahrscheinlich auch, dafs einzelne Seitenausbrüche, dafs grofse Cratere selbst, noch immer sich in Wirksamkeit erhalten können, wenn auch ihre Verbindung mit den nicht oxydirten Massen schon längst mag aufgehört haben. In Lanzerot dampfen einige Kegel immer noch aus Spalten, die sich über sie hinziehen, jetzt nach 90 Jahren des Ausbruchs. Die Kegel von Jorullo hauchen noch immer siedendheifse Dämpfe aus, und kochende Quellen kommen daraus hervor. Einzelne hervorgerissene Theile der Metalloide, der Alcalien und Erden, die sich jetzt weit in der neuen Gebirgsart zerstreut finden und nur nach und nach mit Wässern und mit der Atmosphäre in Berührung kommen, mögen sie ernähren. Und dies ist denn wahrscheinlich auch der Ursprung aller heifsen Wässer und Quellen, welche den Schichten der primitiven und Transitions-Gebirge entlaufen; — eine Ansicht, die auch noch sehr die bei vielen so wunderbar beständige Temperatur unterstützt. Denn diese kann nur das Mittel aus einer überaus grofsen Menge zerstreut liegender aber zusammenwirkender Ursachen seyn, deren einzeln wirkende Resultate sich gegenseitig compensiren, schwerlich aber einer einzigen oder weniger Erwärmungsursachen, welche, leichter in ihren Resultaten gestört, zuverlässig gröfseren Unregelmäfsigkeiten der Temperatur, mit denen diese Quellen hervorkommen, unterworfen seyn würden.

Die Erhebungs-Ursachen basaltischer Inseln dagegen werden von der Atmosphäre durch eine grofse Masse von Gesteinen getrennt, die durch ein Uebermaafs von Kraft erst überwunden und gehoben seyn müssen, ehe die hebenden Dünste entweichen können. Das, was einmal so kräftig wirkt, und die Insel hervorhebt, kann daher leicht wieder von aller Verbindung mit oxydirenden Substanzen getrennt und dadurch unwirksam gemacht werden. So begreifen wir, wie nicht aus jedem Erhebungs-Crater ein Vulcan hervorspringt, so wie gewöhnlich auf Continenten die basaltischen Schichten mit Vulcanen in gar keiner Verbindung stehen.

Die oberen Schichten dieser Inseln mögen deswegen doch geflossen seyn; sie sind es auch wahrscheinlich. Aber, gern spreche ich dem Dr. Hutton nach, unter grofsem Druck, und das unterscheidet sie und was sie enthalten und ihre Lagerung gar mächtig von Laven. Druck be-

fördert die Anziehung der Theile; denn er bringt sie näher zusammen und erzeugt auf solche Art Fossilien, die der Oberfläche näher nicht hervorgebracht werden können. Durch Druck werden flüchtige Substanzen erhalten, und gezwungen in die Zusammensetzung der Fossilien einzugehen, welche in Lavenströmen sehr bald in die Atmosphäre entweichen. Druck hält in den Mandelsteinen die Dämpfe in den Blasen zurück, und füllt sie später mit Zeolitharten und Kieselhydraten. In der That glaube ich bemerkt zu haben, dafs Mandelsteine kaum je an der Oberfläche vorkommen, sondern stets von mächtigen Schichten aus dichtem Basalt oder Dolerit bedeckt werden. Diese Erscheinung ist ganz beständig auf der Südwestseite von Gran Canária, wo Mandelsteine viele Hundert Fufs mächtig anstehen; sie ist es in den hohen Felsen von Maca an der Westspitze von Teneriffa; sie ist es im Innern von Palma, an den steilen Felsen von Rio auf Lancerot, in grofser Ausdehnung nicht blofs allein am Riesenweg (*Giants Causeway*), sondern auch an der ganzen Nordküste von Antrim in Irland, auf Eigg der Hebriden; sie ist es noch an den mächtigen Abstürzen der Färoar-Inseln und an den Felsen des Snoefieldsjockul auf Island. Die Zeolithe in diesen Blasen finden sich gar häufig nur in den obern Schichten, und die unteren Blasen sind leer; sie wurden von oben hereingepreſst. Das bemerkt auch Fortis schon von den Mandelsteinen im Thale von Ronca (*Mémoires T. II. p.* 130). Und in den einzelnen Blasen selbst liegt der Infiltrationspunkt stets oben, wenn die Blase nur nicht gar zu klein ist, wie dies vorzüglich so schön die Ausfüllungen der Höhlungen in den Mandelsteinen an dem Irländischen Riesenweg zeigen, in welchem die infiltrirten Massen nicht concentrisch, sondern höhlig auf dem Boden über einander abgesetzt sind, dann ist der Infiltrationspunkt stets senkrecht darüber. — Daher läugne ich Zeolithe in Laven; in der That hat man sie auch noch nie in wahren Laven bemerkt; für ihre Entstehung ist in diesen der Druck schwerlich hinreichend, vielleicht nicht einmal die Temperatur. — Und deswegen werden die Mandelsteine auszeichnend für Schichten, welche den Erhebungs-Krateren angehören; — alles, was mit ihnen in gleicher Lagerung vorkommt, gehört dann gewifs zu den Laven nicht. Daher bin ich ebenfalls zu glauben geneigt, dafs überall Olivin in den Laven Basalt voraussetzt, der ihn enthalten hat. Und gewifs scheint es mir, dafs die Bedingungen des Drucks ganz nothwendig sind, um die regelmäfsige Zer-

spaltung hervorzubringen, welche dem Basalt so häufig eigen ist, die sich aber auch in gleicher Schönheit an Trachytfelsen findet oder an kleinkörnigem Dolerit, wie schon der Irländische Riesenweg und Staffa erwiesen, die nicht Basalt, sondern Dolerit sind. — Sehr leichthin hat man solche Zerspaltung an Lavenströmen bemerkt zu haben behauptet. Aber noch keine Thatsache hat diese Behauptung erwiesen *).

Sehr viel mag wohl fliefsen, was vielleicht einst als Schicht einer basaltischen Insel erhoben wird, so viel auf dem Boden des Meeres wohl fliefsen kann. Sehr häufig sieht man die Spuren davon in der Zerschneidung der Barancos. Ich nenne nur unter diesen die Felsen des Castells St. Lo in Madera, die jeder beobachten mufs, der diese Insel betritt, oder die steilen Felsen zwischen St. Cruz und St. Andrea auf Teneriffa. Blasen ziehen sich in einer Richtung fort durch das feste Gestein, und Schlacken, poröse, lockere Stücke bilden einen Grund von stets wechselnder Höhe, auf welchen der Basalt oder der feinkörnige Dolerit sich in mannigfaltigen Krümmungen hinlegen. — Denn jede fliefsende und schnell erkaltende Masse bildet sich selbst eine Schicht von Gerüll, auf dem sie fortläuft. Daher findet man unter der festeren Schicht gar häufig ein solches Agglomerat von Stücken, die ihr völlig angehören, nicht aber einer darunter liegende Masse. Die Oberfläche nämlich der fliefsenden Masse erkaltet schnell und wird hart. Der Druck der nachfolgenden flüssigen im Innern zerbricht aber diese Rinde in Schaalen und führt sie vorwärts. Dort fallen sie herunter, weil der obere Theil des Stroms stets über den unteren hervorrollt, dessen Lauf durch die Reibung am Boden gehemmt ist; und es bildet sich eine Erhöhung von Schaalen vor dem Strom, über der er hinwegschreiten mufs. Diese Stücke der erkalteten und zerbrochenen Rinde schlagen, wenn der Lavastrom läuft, sehr lebhaft an einander, wie Porzellanscherben, und man hört von sehr weit ihr Geräusch.

Sehr oft mag wohl aus dem Innern noch jetzt irgend ein basaltisches Gestein sich zwischen primitiven oder Transitions-Gebirgsarten eindrängen,

*) Selbst Brocchi's Zeichnung in Breislack Introduc. von der Lava von 1632 bei Torre del Greco erweist dies nicht. Sie erweckt kein Vertrauen.

und dort Lagerungsverhältnisse einnehmen, welche, wenn sie uns sichtbar werden, grofse Aufmerksamkeit und genaue Umsicht verlangen, ehe man sie völlig bis zu ihren Ursachen zu entwickeln im Stande ist. — Es giebt nichts, welches bewiese, dafs diese Wirkung nicht noch immerfort Statt finden könne. Allein erheben sich diese Bildungen, wirkt die Ursache noch fort bis zur Atmosphäre hervor, und erhält sich dann diese Verbindung, so ist der Trachyt erhoben, und es entsteht nun ein Vulcan, in Form, in Lagerung, in Produkten und Ansehn ganz von einer basaltischen Insel verschieden.

Ueber

# einen vulcanischen Ausbruch auf der Insel Lanzerote *).

Von Herrn von Buch **).

Als das Schiff, auf welchem ich im Herbst 1815 nach England zurückzukehren gedachte, für wenige Zeit auf der Südseite der Insel Lancerote im Porto di Naos anlegte, war mein ganzes Bestreben darauf gerichtet, den Ausbruch näher kennen zu lernen, welcher im Jahre 1730 fast einen dritten Theil der Insel zerstörte. Er hatte etwas Sonderbares, Ungewöhnliches. Einen eigentlichen Vulcan, einen Pic, der sich zu grofsen Höhen erhebt, mit einem Haupt-Crater darinnen, hatte Lancerote nie gehabt. Auch noch jetzt, nach dieser Zerstörung, hatten wir uns im Vorbeifahren vergebens umgesehen, aus welcher Höhe wohl diese Verwüstung sich möchte verbreitet haben. Die Insel schien überall flach, wenn man eben die riesenmäfsig aufsteigenden Inseln Teneriffa, Palma, Canaria verlassen hat, und kein Berg wollte sich vor dem andern besonders auszeichnen.

In Porto di Naos hörte ich mit einiger Verwunderung, dafs der Berg noch brenne, und deshalb Montaña di Fuego genannt werde. Aber man wufste nicht eigentlich, wo er gelegen sey, und wies mich nach der Hauptstadt Teguize, zwei kleine Meilen entfernt, wo man das wohl besser würde erfahren können.

In der That verrieth sich auch die Nachbarschaft des Ausbruchs sehr bald. Kaum eine halbe Stunde vom Hafen, auf dem Wege zur Stadt, er-

*) Hierzu eine Karte dieser Insel.

**) Vorgelesen den 4. Februar 1819.

schien ein schwarzer Lavenstrom, in einem flachen Thale, über welches sich der Weg hinzieht. Man sieht ihn ostwärts her zwischen Hügeln hervorkommen und wie ein fliefsend Wasser dem Grunde des Thales folgen; bald ausgebreitet, bald wieder ganz schmal zwischen höheren Ufern. Er verliert sich ins Meer eine Stunde unter Porto di Naos, und fällt hier um so mehr auf, da ihn nur Kornfelder begränzen und keine Rapilli oder Schlacken den Boden bedecken. Noch ist diese Lava rauh und ohne Spur von Cultur, und kaum läfst auf ihr der Weg einen wenig sichtbaren Eindruck zurück. Ihre Masse ist sehr schwarz, läfst sich aber wegen der Blasen nicht leicht genauer erkennen. Auch Gemengtheile enthält sie hier nicht. Die Gesteine dagegen, welche die Ufer bei Porto di Naos bilden, und auf welchen der Lavenstrom sich herabzieht, sind weit weniger schwarz und weniger dicht. Deutlich ist es ein feinkörniges Gemenge grüner und weifser Krystalle, einem feinkörnigen Dolerit ähnlich; — und wirklich läfst eine starke Loupe wohl in den grünen Körnern Augith, nicht leicht aber in den weifsen Feldspath erkennen; es hat mir vielmehr häufig geschienen, als wäre in diesen die sechsseitige Säule des Pseudo-Nephelins von Capo di Bove wohl zu unterscheiden.

Diese Massen sind mit sehr vielen grofsen, inwendig drusigen, wenig länglichen Löchern durchzogen. Sie bilden bei dem Hafen unter dem Castell St. Gabriel Säulen, den Basaltsäulen ähnlich, von zwei Fufs Stärke und sechs bis acht Fufs sichtbarer Länge. Da sie die ganze Gegend um den Hafen bedecken, so kann man in ihnen nicht leicht eine Richtung des Fliefsens auffinden; und von den basaltischen Schichten dieser Inseln unterscheiden sie sich doch auch wieder wesentlich darinnen, dafs sie gar keine bedeutende Felsmassen bilden, und nicht in Schichten mit Mandelstein und mit tuffartigem Conglomerat abwechseln.

Unter dem alten Ausbruchskegel von Tayhe hin, aus welchem eine Lava sich ergiefst, welche schon unter Kornfeldern versteckt ist, steigt der Weg gegen Teguize herauf, auffallend genug über Kalkstein hin. Es ist eine dünne Schicht, über den Doleritsäulen, isabellgelb und gelblichweifs, grobsplittrig oder erdig im Bruch, an den mächtigsten Stellen wohl kaum über zwei Fufs hoch, an andern nicht mehr als ein Zoll starker Sinterüberzug. Nicht selten, vielleicht überall, sind darinnen Versteinerungen, welche Landschnecken-Reste zu seyn scheinen. Heliciten und Spiralschnecken, den Bulimen nicht unähnlich. Und überall sitzen darinnen grö-

ſsere und kleinere Stücke von älteren Laven; manche so groſs, daſs sie die Mächtigkeit der Schicht weit übertreffen, und daher über sie hervorstehen, andere dagegen klein genug, um ganz in Kalkstein versenkt zu seyn. An den Rändern besteht dieser Kalkstein aus Roogensteinkörnern, und so sehr, daſs einige Stücken leicht Stücke aus den Schichten des Jura zurückrufen könnten. Die Lagerung dieser schwachen Kalksteinschicht ist gar sonderbar; sie ist nicht in der Tiefe, sondern nur an den flachen Abhängen, und an ihnen ununterbrochen gegen Norden bis 800 Fuſs und vielleicht höher herauf. Bei Porto di Naos ist sie nicht, auch nicht im ganzen südlichen und im ostlichen Theile der Insel. Ich wäre daher sehr geneigt zu glauben, diese Kalksteinformation verdanke ihre Entstehung den heftigen Nordweststürmen des Winters, welche die Wellen der See als Nebel über die ganze Insel hinführen und an den Bergen absetzen. Der salzige Antheil löst sich durch Regen auf und wird weggeführt. Die Kalkerde setzt sich als Sinter ab, umwickelt kleinere Körner als Roogenstein, gröſsere als Conglomerat und häuft sich endlich als weit verbreitete Schicht.

In Teguize zeigte man mir in der Ferne gegen Südwesten eine Reihe von Hügeln, zwischen welchen ich den Vulcan suchen müsse, und man wies mich nach Tinguaton, als dem Ort, der dem Feuerberge am nächsten gelegen wäre. Abermals muſste ich, im weiten Thale zwischen der Stadt und Tinguaton, einen Arm von Lava überschreiten, welcher ebenfalls von den Ausbrüchen kam und dem nordlichen Meere zufloſs. Die Oeffnung, aus welcher er sich hervorgedrängt hatte, war auch hier hinter vorliegenden Hügeln gänzlich versteckt. — Aber endlich hinter Tinguaton erschienen hohe Kegel zur Seite, von unten bis oben nur aus lockeren Rapillstücken gebildet; Kegel über Kegel zeigten sich in der Ferne, und von der Höhe sahe man die Lavamasse, einem schwarzen Gletscher ähnlich, sich herabstürzen. Eine Stunde weiter erreichte ich diese Lava, wie ein Meer von Verwüstung. Ueber der rauhen und schwarzen Oberfläche stiegen noch Schaalen über einander in scharfen, zackigen Wellen; nur wenige Fuſs hoch, aber so nahe, daſs mehrere neben einander gehende Personen sich nicht sehen. Gegen oben hin sind durch viscöse abgerundete Wellen, manche ungeheuer groſs und weitgedehnt, diese Schaalen mit dem oberen Theile des Stromes verbunden; nach unten hin bilden sie senkrechte Abstürze, unregelmäſsige Gewölbe, welche Schlacken und groſse Höhlungen umgeben. Die Masse der Lava ist wenig blasig; sie ist körnig, in den Höhlungen mit

deutlichen Krystallen, wohl von Augith. Sie enthält gar häufig Olivinmassen so grofs und so schön als vom Weifsenstein bei Cassel, und höchst auffallend stehen diese Olivine wie Knöpfe über der Oberfläche der Lava hervor. Offenbar waren sie als nicht geschmolzene Massen durch die Viscosität der ihnen anhängenden Lava zurückgehalten, als das Umgebende tieferen Orten zufloss. Daher ist es leicht, diese Olivine aus der Lava herauszuschlagen. Ueberall, wo Zacken über der Oberfläche hervorstehen, ist gewifs eine solche Olivinmasse am Gipfel, manche wie Köpfe grofs. — Der Olivin hat häufig seine schöne oelgrüne Farbe erhalten und deutliche Spuren des blättrigen Bruchs; Augith ist ihm eingemengt, wie gewöhnlich. Scheint das Feuer stärker auf ihn zu wirken, so wird er braun, auch wohl perlgrau und matt, und die Masse der Lava dringt zwischen die zersprengten Körner und löst sie auf. Aehnliche Olivinmassen hatte ich schon am Lavenstrom von Fuen Caliente in Palma gesehn; aber sonst noch nie von irgend einem Vulcan, und in einem wahren Strome sind sie von dieser Gröfse auch vielleicht aufser diesen Inseln noch nirgends anders als in Vivarais bemerkt worden, wo der Strom unmittelbar aus dem Granit hervorkommt.

Nach fast anderthalbstündigem, sehr beschwerlichem Aufsteigen über dies rauhe Lavafeld erreichte ich die Oeffnung selbst, aus welcher sie hervorquoll. Es ist ein Berg von Schlacken und von Rapillen, die in einer grofsen Menge von ausgeworfenen Schichten über einander liegen. Senkrechte Abstürze umgeben den Kessel, aus dessen Innern die Lavaschaalen hervorsteigen. Nur da, wo die Lava abfliefst, ist der Rand des Kessels bis zum Boden weggeführt, und mit dem Anfang des Lavastroms selbst in einer Ebene. Also auch hier sehe ich wieder bestätigt, was ziemlich allgemein scheint. An Eruptions-Crateren nämlich ist stets die Seite die niedrigere, oder vielleicht auch ganz weggeführt, auf welcher der Lavenstrom hervorgebrochen ist. — So ist es an den beiden vulcanischen Ausbrüchen, denen in Auvergne die meilenlangen Ströme von Volvie und Talande ihre Entstehung verdanken; so ist es in Teneriffa am Ausbruch des Lavenstroms, auf welchem der Hafen von Orotava gebaut ist; so ist es in Gran-Canaria; eben so ist der Monte Rosso am Aetna und die kleinen Ausbruchskegel am Vesuv. Auf Lancerot selbst, am Crater von Taihe, und bei dem Ausbruch der Corona im nordlichen Theile der Insel, habe ich mich dieser Beobachtung bedient, um vermittelst ihrer die Seite zu finden,

auf

auf welcher man den ablaufenden Lavenstrom zu suchen habe. Und am Rhein, zwischen Coblenz und Andernach, wo die Lavenströme durch angeschwemmte Bimsteinschichten verdeckt sind, dient diese Beobachtung vortrefflich, Ausbruch und Richtung dieser verdeckten Ströme zu bestimmen.

Oben auf dem höchsten Rande des Craters erschien plötzlich ein neuer Crater, der sich mehr als 500 Fuſs steil in die Tiefe hinabsenkte, ohne Oeffnung und ohne Lava. Statt dessen durchzogen offene Spalten die Ränder, setzten durch die Tiefe hin und stiegen am jenseitigen Rande wieder hinauf. Näherte man sich diesen Spalten, so bemerkte man einen heiſsen Dunst aus dem Innern, der das Thermometer schnell bis 145 Grad Fahrenheit heraufttrieb, und der tiefer herab wohl den Siedpunkt erreicht haben würde, wäre es möglich gewesen, das Instrument in dieser Hitze so tief herunter zu bringen. Dieser Dunst schien Wasserdampf; auch flossen die Tropfen an kälteren Körpern zusammen, welche man der Spalte näherte. Doch kann dieser Wasserdampf nicht rein seyn: denn die Spalten waren von beiden Seiten mit einer weiſsen Incrustation von Kieselsinter besetzt, welche sie beinahe in der Mitte verschloſs; Sinter, ungefähr dem ähnlich, wie er im Crater des Pic von Teneriffa vorkommt, oder in der Solfatara von Neapel oder im Geyser, kleintraubig glänzend, ein opalähnliches Kieselhydrat. Aus wenigen Spalten erhoben sich Schwefeldämpfe und bedeckten die Schlacken umher mit einem Ueberzug von Schwefelkrystallen; aber bei Weitem nicht in der Menge und in der Intensität, als auf dem Pic von Teneriffa. — Das ist es, was diesem Berge den Namen der Montaña di Fuego erhalten hat; in der That eine so geringe Wirksamkeit, im Vergleich der ungeheuren Verwüstung umher, daſs man wohl geneigt seyn möchte, sie mehr zerstreuten Resten oxydirbarer Substanzen zwischen den Schlacken im Berge zuzuschreiben, als dem mächtigen Feuerquell selbst. — Ein dritter, aber kleinerer Crater schloſs sich dem groſsen an, und war von dem höchsten Rande des Berges umgeben; nach dem Barometer 633 Fuſs über Tinguaton, 1378 Fuſs über das Meer. Es war auch in der That fast die gröſste Höhe der Insel. Der Horizont des Meeres lief über alle unzähligen Kegel hin, welche man von hier übersieht, und nur der groſse Ausbruchskegel der Corona am nordlichsten Ufer der Insel ragte noch etwas darüber hervor.

Es ist unbeschreiblich, welche grausenvolle Zerstörung sich von dieser Höhe den Blicken eröffnet. Mehr als drei Quadratmeilen sind gleich-

förmig bis zum Meere gegen Westen herunter mit der schwarzen Lava bedeckt, in denen nur hin und wieder kleine Rapillkegel heraufsteigen. Nicht ein Haus, kein Baum, kein Kraut steht auf der rauhen Fläche; so weit das Auge reicht, ist alles todt und erschreckend. — Offenbar kann diese ungeheure Masse von Lava nicht aus einem Punkt allein hervorgekommen seyn; auch der Montaña di Fuego konnte man nur wenig Antheil an der Zerstörung auf dieser Seite zuschreiben, da ihr Lavastrom gegen Osten hin abfliefst. Ich war daher im Hinaufsteigen zum Gipfel schon lange begierig gewesen, wo die anderen Ausbruchskegel wohl liegen möchten, aus welchen vereint sich eine solche Masse verbreitet hatte. — Wie sehr war ich nicht erstaunt, als oben eine ganze Reihe von Kegeln erschien, alle nicht viel weniger erhoben, als die Montaña di Fuego selbst; aber alle genau in einer Richtung, in einer Länge von weit über zwei geog. Meilen hin; so genau, dafs von vielen, weil sie sich decken, nur die Gipfel hinter einander hervorsteigen. Ich zählte vom westlichen Ufer her zwölf gröfsere Kegel, von welchen die Montaña di Fuego etwa der sechste seyn mochte, bis nach Florida, eine halbe Meile über Porto di Naos; aufser einer grofsen Menge kleinerer Kegel, theils zwischen den gröfseren, theils auch seitwärts daneben. Es war vollkommen das Phänomen von Jorullo wiederholt, oder von den Puys in Auvergne. Dieser ganze Ausbruch war also auch wieder sehr wahrscheinlich auf einer grofsen aufgebrochenen Spalte erschienen, die stets um so gröfser und furchtbarer scheint, je weniger ihr von einem schon vorher bestehenden Vulcan, der Esse des Innern, Gränzen gesetzt wird. Ich habe, bis nach Florida hin, viele dieser Kegel bestiegen. Alle sind ganz gleich, Anhäufungen, 300 — 400 Fufs hoch, von bohnengrofsen, löchrigen, trocknen, schneidenden, porösen Rapilli, die lärmend über einander hinrollen. Die Cratere öffnen sich gröfstentheils gegen das Innere der Insel, wohin die Lavenströme zum grofsen Lavafelde zusammenfliefsen; und je weiter man gegen das Ende dieser Eruptionsreihe hinaufgeht, gegen Sobaco, um so mehr verliert sich der Olivin in der Lava. Zuletzt findet man ihn nur sparsam, und in den äufseren, von den Kegeln am entferntesten Strömen gar nicht mehr, als sei er im Fortlaufe des Stroms aufgelöst worden. — Dies und das sonderbare Vorkommen des Olivins auf der Lava bei Tinguaton auf den Spitzen der Zacken würde fast schon allein hingereicht haben, die Präexistenz dieser Olivinmassen in der Lava zu erweisen, wenn man auch nicht gewufst hätte, dafs sie auf solche Art

und in solcher Gröfse vorzüglich nur den eigentlichen Basalten eigen sind. Aber auch hier ist das Gestein, auf welchem das Feuer gewirkt, und es zur Lava verändert hat, nicht schwer zu finden. La Mancha Blanca, ein Theil von Tinguaton, steht auf Säulen von dichtem Basalt, der ganz häufig beträchtlich grofse Olivin-Körner enthält; dem Basalt ziemlich gleich, der bei Rio über Mandelsteinschichten auf eine beträchtliche Weite sich als eine Schicht hinzieht.

Ueber diesen Säulen erhebt sich die Reihe des vulcanischen Ausbruchs, sie mufs also durchbrochen oder geschmolzen weggeführt worden seyn. Auch die Masse der Lava ist der Entstehung des Olivins darinnen entgegen. Denn es scheint ziemlich bestimmt, dafs so lange die basaltischen Gesteine noch Feldspath enthalten, oder durch ihre helleren Farben den feinkörnig eingemengten Feldspath verrathen, oder so lange auch nur der Basalt, durch körniges Ansehn ein Gemenge aus vielen verschiedenartigen Fossilien erweist, Olivin darinnen gar nicht, oder nur höchst selten und in sehr kleinen Körnern vorkommt. Die Lava aber der Montaña di Fuego, ist körnig, wie ein feinkörniger Dolerit und keinesweges wie man eine, Olivin umschliefsende, basaltische Masse zu sehen gewohnt ist.

Begierig mufs man wohl seyn, zu erfahren, auf welche Art ein so grofses Phänomen, wie dieser gewaltige Ausbruch, sich möge geäufsert haben. Darüber geben bisher bekannte Nachrichten nicht viel Aufschlüsse. Ich habe jedoch in St. Cruz auf Teneriffa einen handschriftlichen Bericht erhalten, welcher zur Zeit der Erscheinungen selbst von D. Andrea Lorenzo Curbeto aufgesetzt ist, der Pfarrer von Yaisa war, gar wenig vom Sitz der Ausbrüche entfernt, und die Folge der Erscheinungen, wie dieser Beobachter sie aufgezeichnet hat, scheint mir der näheren Bekanntmachung wohl werth.

Am 1sten September 1730, erzählt D. Curbeto, zwischen 9 und 10 Uhr in der Nacht, brach plötzlich die Erde auf, zwei Stunden von Yaisa bei Chimanfaya. Schon in der ersten Nacht hatte sich ein beträchtlich hoher Berg gebildet. Flammen brachen hervor und brannten 19 Tage unaufhörlich fort. Wenige Tage später öffnete sich ein neuer Schlund, wahrscheinlich am Fufs des neugebildeten Eruptionskegels, und eine wüthende Lava stürzte sich hervor auf Chimanfaya, auf Rodeo, und auf einen Theil der Mancha Blanca. Diefer erste Ausbruch war also östlich von der Montaña di Fuego etwa auf halbem Wege von diesem Berge

gegen Subaco hin. Die Lava lief über die Dörfer hin, gegen Norden, anfangs schnell wie Wasser, dann schwer und langsam wie Honig. Aber am 7ten September erhob sich mit gewaltigem Donnern und Lärm ein ungeheurer Fels aus der Tiefe, und zwang den Lavenstrom, statt nach Norden, nun den Weg gegen Nord-West und West-Nord-West hin zu ändern. Die Lava erreichte jetzt und verbrannte mit grofser Schnelle die Dörfer Macetas und St. Catalina im Thal.

Die Erscheinung dieses Felsens ist gar merkwürdig. Der Pfarrer konnte das Alles von Yaisa aus, gar bequem sehen, und es ist kein Grund, an der Wahrheit seiner Angabe zu zweifeln. Der Felsen ist durch spätere Ausbrüche wieder zerstört worden. Jetzt ist dort nichts, was aufser der Lava einem festen Fels ähnlich wäre. Aber es zeigt uns, wie einzelne Felsen wohl im Meere aufsteigen mögen. Ist es vielleicht die obere Basaltbedeckung, welche, nicht geschmolzen, für eine Zeitlang emporgehoben ward?

Am 11ten September erneuerte sich die Wuth der fliefsenden Lava. Von St. Catalina fiel sie auf Maso, verbrannte und bedeckte gänzlich das Dorf, und stürzte sich nun als ein feuriger Cataract mit gräfslichem Lärm in das Meer, acht Tage lang fort. Die Fische schwammen in unbeschreiblicher Menge todt auf der Oberfläche des Wassers, oder wurden sterbend ans Ufer geworfen. Dann beruhigte sich Alles, und die zerstörende Eruption schien beendigt. Offenbar war sie damals, ohnerachtet der grofsen Lavamasse über so viele Dörfer hin und bis zum Meer, doch nur aus einer Oeffnung gekommen, welche ohngefähr zwischen Tinguaton und Tegoyo gelegen seyn mochte.

Allein am 18ten October brachen drei neue Oeffnungen unmittelbar über dem verbrannten St. Catalina auf, und stiefsen dicke Rauchwolken hervor, welche sich über die ganze Insel verbreiteten. Mit ihr ward eine unglaubliche Menge von Rapilli, Sand und Asche umher verstreut, und überall fielen dicke Wassertropfen nieder, wie vom Regen. Das Donnern und Schlagen dieser Ausbrüche, die Finsternifs, in welcher Asche und Rauch sie einhüllte, vertrieb mehr wie einmal die erschrockenen Einwohner von Yaisa und der Gegend umher, aber sie kehrten zurück, da keine weitere Zerstörung die Explosion zu begleiten schien. Am 28sten October, nachdem die Erscheinung zehn Tage lang fort auf gleiche Art sich gezeigt hatte, fiel das Vieh in der ganzen Gegend leblos zu Boden, von dem stinkenden Dunst erstickt, der wie Tropfen herabfiel. Am 30sten October be-

ruhigte sich Alles. Kein Lavenstrom scheint diesen Ausbruch begleitet zu haben.

Aber nur zwei Tage darauf, am 1sten November, brachen wieder Rauch und Asche hervor, und nun unaufhörlich fort bis zum 20sten. Auch erschien Lava wieder; allein ohne viel Schaden zu thun, weil schon Alles in der Nähe verwüstet, verbrannt und bedeckt war. Am 27sten wälzte sich ein Lavenstrom mit unglaublicher Geschwindigkeit herunter, erreichte am 1sten December das Meer, und bildete eine Insel im Meer, an welcher die Fische wie eine Bank todt umher lagen.

Am 16ten December veränderte die Lava den Lauf, den sie bisher, alle Tage fort, zum Meere herabgenommen hatte. Sie wendete sich mehr südwestlich, erreichte Chupadero, und verbrannte am 17ten den ganzen Ort. Dann verwüstete sie die fruchtbare Vega de Ugo, und verbreitete sich nicht weiter.

Den 7ten Januar 1731 zerstörten neue Ausbrüche alle vorigen wieder. Aus zwei Oeffnungen stürzten feurige Lavenströme hervor, und dichter Rauch folgte ihnen nach. Durch den Rauch fuhren in grofser Menge rothe und blaue glänzende Blitze, mit gleichem Donnern, wie bei Gewittern, welches den Umwohnern gleich neu als schreckend war, weil sie auf ihrer Insel Gewitter nicht kennen. Am 10ten Januar war ein hoher Berg aufgeworfen, der an denselbem Tage mit unglaublichem Gepolter in seinen eigenen Krater wieder zusammenstürzte, und mit Steinen und Asche die ganze Insel bedeckte. Feurige Bäche von Lava stürzten sich wieder über dem Malpays fort, bis in das Meer. Am 27sten Januar hörte diese Eruption auf.

Die Berge, welche sie gebildet hat, stehen wahrscheinlich noch; mehrere nebeneinander mit grofsen Crateren, auf einer Seite fast bis zum Boden geöffnet, etwa die 7te Gruppe, westlich vom Meere her. Zum wenigsten hat man mir versichert, dafs unter diesem 400 Fufs hohen Kegel, das einst grofse und blühende St. Catalina gelegen habe.

Am 3. Februar erhob sich ein neuer Kegel. Rodeo ward verbrannt, und in der Gegend des Dorfes erreichte die Lava das Meer. Sie lief bis zum 28. Februar unaufhörlich fort.

Am 7. März stiegen andere Kegel herauf, und warfen Lava ins Meer im Norden von Tingafa, das zerstört ward. Die Kegel erheben sich daher fast regelmäfsig von Osten gegen Westen hin, als würde die Spalte im

Innern durch die Ausbrüche immer noch mehr geöffnet, und diesen dadurch nach Westen zu leichtere Auswege verschafft. Neue Cratere und Hügel erschienen am 20. März, eine halbe Stunde weiter gegen Norden, also immer weiter in der Reihe fort, und brannten und zerstörten bis zum 31. März. — Den 6. April fingen sie wieder heftig an zu wüthen, und stiefsen am 13. queer über das Lavafeld einen Feuerstrom gegen Yaisa hin. Am 23. stürzten beide Berge mit entsetzlichem Krachen zusammen, und am 1. Mai schien hier alles Feuer verlöscht. Es brach am 2. Mai eine Viertelstunde weiter, wieder hervor; ein neuer Hügel erhob sich und eine neue Lava bedrohte Yaisa. — Am 6. Mai hörte diese Erscheinung auf; und es schien den gröfseren Ausbrüchen in diesem Monat ein Ziel gesetzt. — Den 4. Juni öffneten sich drei Mündungen auf einmal, stets mit denselben Erschütterungen, Krachen und Flammen, welche die ganze Insel zusammenschreckten. Es war abermals in der Nähe von Tingafaya, ohngefähr wo nun die Montaña di Fuego steht. Die Oeffnungen verbanden sich sehr bald zu einem einzigen, sehr hohen Kegel; eine Lava stürzte unten hervor, und erreichte das Meer. Am 18. Juni stieg ein neuer Kegel herauf, in der Mitte zwischen denen, welche auf den Ruinen von Mato, von St. Catalina und von Tingafaya standen; wahrscheinlich derselbe Berg, den man noch jetzt den Vulcan nennt, von welchem der Lavenstrom gegen Nordosten abfliefst. Ein Crater zur Seite warf Asche in Menge hervor und Blitze, und aus einem andern, über Mazo, stieg indefs ein weisser Dampf, den man bisher nicht gesehn hatte.

Zu derselben Zeit, am Ende des Juni 1731, bedeckten sich Gestade und Ufer der Insel im westlichen Theile mit einer unglaublichen Menge von sterbenden Fischen, von den verschiedenartigsten, und einige von nie vorher gesehenen Formen. Und gegen Nord-West hin (von Yaisa) sahe man aus dem Meere viel Rauch hervorsteigen, und viele Flammen mit fürchterlichen Detonationen, und am ganzen Meere des Rubicon, das ist an der westlichen Küste, bemerkte man dasselbe. Fische und Bimsteine schwammen umher.

Diese Flammen aus dem Meere scheinen damals vorzüglich Schrekken verbreitet zu haben. Man sieht sie in jeder Nachricht von dieser Eruption angeführt, aber auch mit dem Zusatz, dafs sich zugleich ein ansehnlicher Fels, weit vom Lande, aus dem Meere erhoben habe. Der Pfarrer von Yaisa sagt das nicht, ohnerachtet er einen solchen Felsen doch

wohl selbst gesehn haben würde, und auf keiner Charte finde ich ihn angeführt. — Sollten wirklich Bimsteine mit den Fischen auf dem Wasser geschwommen haben, so wäre das höchst merkwürdig, und würde darauf führen, diese Flammen aus einer grofsen Tiefe heraufgestiegen zu glauben. Die Eruptionskegel selbst haben gewifs nicht einen einzigen Bimstein geliefert, und so weit ich Lancerote kenne, habe ich auch an den Ufern nicht ein Stück angeschwemmten Bimstein gefunden. Allein die Westseite, die Küsten von Rubicon, habe ich nur vom Schiffe gesehn.

Was mögen die Flammen seyn, welche aus der Mitte des Oceans hervorbrechen, und von solcher Tiefe herauf? *) Schwer ist es zu glauben, dafs es unmittelbar Hydrogen seyn könne; denn wie läfst sich denken, dafs dieses Gas bey dem Durchgange durch die ganze Höhe des Meeres noch eine so hohe Temperatur sich würde erhalten können, als zu seiner Entzündung in der Berührung mit der Atmosphäre nothwendig seyn würde; und weit mehr wird man geneigt, an in die Höhe geworfene Metalloiden zu denken, Sodium und Kalium, oder Erden, welche sich auf Kosten des Oceans säuren und verbrennen.

Im October und im November ängstigten nicht weniger bedeutende Ausbrüche die Einwohner der Insel; die Lage dieser neuen Kegel ist jedoch nicht deutlich bestimmt. Aber am 25. December 1731 fühlte man das stärkste von allen Erdbeben in zwei, in so heftigem Aufruhr und Unruhe verlebten Jahren, und am 28. December kam aus dem emporgeworfenen Kegel ein Lavenstrom nach Jaretas, verbrannte das Dorf, und zerstörte die Capelle des heil. Johannes des Täufers nahe vor Yaisa. Nun verloren die Menschen alle Hoffnungen, dafs die Insel je wieder zur Ruhe kommen könne. Sie flohen mit ihrem Pfarrer nach Gran-Canaria. — In der That dauerten auch die Bewegungen ohne Unterbrechung noch volle fünf Jahre fort, und nur erst am 16. April 1736 hörten alle Ausbrüche auf. Während dieser Zeit scheinen sie häufig zu ihrem Anfange wieder zurückgekehrt zu seyn, denn erst in dieser Zeit ward, ganz am südostlichen Ende, das schöne Thal von Tomara zerstört, vielleicht erst im Jahre 1732 oder 33, und dann erst folgte der Feuerstrom dem vorbezeich-

*) Dies Phänomen ist gar nicht ungewöhnlich in der Nähe vulcanischer Inseln. Man hat es mehrmal bey St. Miguel der azorischen Inseln beobachtet, und mit grofser Heftigkeit im Januar 1783 fünf geogr. von Reikianes in Island im offenen Meere.

netem Thale meilenweit herunter bis ganz in die Nähe von Porto di Naos. So sagt es D. Andrea Lorenzo Curbeto.

Wenn wir die Erscheinungen dieses grofsen Ausbruchs näher betrachten, so mufs es uns wohl in Verwunderung setzen, wie sechs Jahre fort, die in Gährung gebrachten gasförmigen Flüssigkeiten im Innern sich überall und abwechselnd, bald hier und bald dort, einen neuen Ausweg erobern, und doch nicht im Stande sind, einen einzigen sich dauernd offen zu erhalten. Hätte das unglückliche Lancerote einen Vulcan besessen, wie Teneriffa, vielleicht nicht einer von den vielen Ausbruchskegeln hätte sich erhoben, und vielleicht nicht ein einziges Dorf wäre zerstört worden. Denn die gasförmigen Flüssigkeiten sind fast die einzigen Stoffe, welche von dem Quell der vulcanischen Erscheinungen heraufsteigen. Die festen Substanzen, die Laven, die Schlacken, die Rapilli, die Aschen kommen von dort nicht. Schon einigemale habe ich es bemerkt, die Masse der Laven, und der aus ihnen entstehenden Schlacken, Rapilli und Aschen ist stets der Oberfläche, und den Gesteinen gemäfs, aus welchen sie hervorkommen. Laven, welche Trachyt-Schichten durchbrechen, sind nie basaltisch, und enthalten nie Olivin. In Laven dagegen, welche aus basaltischen Schichten und Mandelstein hervorkommen, wird man selten oder nie Feldspath bemerken. Dasjenige, was auf Lancerote nicht unmittelbar Eruptions-Kegeln gehört, sind Schichten von wahrem, dichtem Basalt, von Mandelstein und von tuffartigen Conglomeraten, wie bei Erhebungs-Inseln gewöhnlich. Das sieht man gar schön am 1200 Fufs hohen, senkrechten Absturz im nordlichen Theile der Insel bei Rio. Trachyt-Gesteine überhaupt, welche Feldspath enthalten, erscheinen hier nicht; — und auch nicht eine Spur von Feldspath ist in allen den Produkten zu finden, welche sechs Jahre fort an so verschiedenen Orten hervorkamen. — Fänden daher die Dämpfe aus der Tiefe einen geöffneten Ausgang, kein Gestein würde geschmolzen, keine Lava erzeugt, keine Oberfläche zerborsten, keine Rapilli und Aschen über Thäler und Felder geworfen. Solche Ausgänge sind aber den Dämpfen die hohen, wahrscheinlich alle von tief herauf erhobenen Dome von Trachyt, welche nur allein als wahre Vulcane angesehen werden können; als eigentliche Essen, durch welche der Sitz der vulcanischen Erscheinungen mit der Atmosphäre in Berührung steht; und das bis auf unglaublich grofse Ferne hin. Humboldt hat (im 2. Theil seiner

seiner Reise) deutlich gezeigt, wie auf dem Erdbeben, welches im Jahre 1810 Caracas umstürzte, sogleich der grofse Ausbruch des Vulcans von St. Vincent folgte, und nun zitterte die Erde in Venezuela nicht mehr. Als im Jahre 1797 der Puracé bei Popayan nicht mehr Rauch und Flammen auswarf, ward das Thal von Quito erschüttert und Rio Bamba verwüstet. Wäre der Pic von Teyde fortwährend offen geblieben, wahrscheinlich hätten dann die Dämpfe nie auf Lancerote die basaltischen Schichten durchbrochen.

Es folgt hieraus, wie nothwendig es ist, vulcanische Ausbrüche von Vulcanen genau zu unterscheiden. Nach so vielen Ausbruchs-Kegeln, Crateren und Laven ist doch immer noch auf Lancerote kein Vulcan, und auch keiner gewesen. Die Basaltbedeckung und unter ihr der Trachyt ist wahrscheinlich zu mächtig, um durch sie hin dauernde und weit fortgesetzte Canäle, eine abführende Esse für die vulcanischen Wirkungen zu bilden. Es mufs ein Dom, ein Pic von Trachyt sich aus dem Innern erheben, auf der Spitze aufbrechen, und nun durch so entstandene Höhlungen einen freien Abzug den Dämpfen bis in die Atmosphäre erlauben. Fällt in langer Ruhe der Crater auf der Höhe zusammen, so brechen wohl die Dämpfe am Abhange hervor, und zuvor erhobene Lava stürzt nun an den Seiten herunter; allein das unstete Erscheinen dieser Ausbruchs-Oeffnungen überall am Umfange des gröfseren Kegels, zeigt hinreichend, dafs nur in diesem die Hauptverbindung mit den Heerden der Vulcane liege. Das beweist auch ganz deutlich das merkwürdige hintereinander Fortliegen dieser Trachytkegel der Vulcane, welches so offenbar eine ungeheure Spalte über ansehnliche Theile der Erd-Oberfläche beweist. Ich nenne unter diesen nur die sonderbar auffallende Reihe, welche die ganze Inselwelt der Molucken umschliefst; die Reihe, mit welchen die Kurilischen Inseln sich nach Kamschatka heraufziehen, oder welche in dem Königreich Guatimala die Berge von Darien mit dem Plateau von Mexico verbinden.

Solche Verbindung werden Eruptions-Inseln nicht zeigen, welche jederzeit ein weniger grofses und weniger tief liegendes Phänomen zu seyn scheinen. Daher ist auch in den Azoren nur der Pico ein Vulcan, nicht St. Miguel, ohnerachtet in dieser Insel vulcanische Erscheinungen gar häufig sind. Daher sind Palma, Gran-Canaria keine Vulcane, ohner-

achtet auf ihnen Ausbrüche von Lavenströmen und Aschen gewesen sind. Daher sind auch die Insel Ascension, die Oster-Insel, die Insel Amsterdam und so viele andere ähnliche, keine Vulcane, ohnerachtet sie alle Eruptions-Cratere und Lavenströme enthalten. — Ihnen allen fehlt der hohe Pic von Trachyt, welcher die vulcanischen Erscheinungen in sich vereinigt.

So giebt es also drei verschiedene Arten von Inseln, welche durch vulcanische Kräfte über die Oberfläche des Meeres scheinen erhoben zu seyn.

1) Die basaltischen Inseln. Aus Schichten basaltischer Gesteine, gewöhnlich mit einem Erhebungs-Crater darinnen.
2) Die Vulcane. Einzeln stehende, hoch erhobene Pics und Dome von Trachyt; fast stets mit einem grofsen Crater im Gipfel.
3) Die Eruptions-Inseln, welche nur einzelnen Ausbrüchen ihre Erbebung verdanken, und ohne basaltische Inseln selten, vielleicht niemals bestehen.

Ueber

# die Bewegungen des Barometers zu Berlin.

Von Herrn von Buch *).

Die meteorologischen Erscheinungen zu Berlin sind lange von Herrn von Beguelin, ehemaligem Mitgliede der Academie, beobachtet, und viele dieser Beobachtungen sind in aller Ausführlichkeit in den Schriften der Mannheimer meteorologischen Societät bekannt gemacht worden. Ueberzeugt, dafs kein Instrument zu Auffindung meteorologischer Gesetze von gröfserem Werth ist, als das Barometer, habe ich fünf Jahre dieser Beobachtungen untersucht; und was sich für die Bewegungen des Barometers daraus für Regeln ergeben, werde ich in der Kürze zusammen zu stellen suchen.

Zwar sind fünf Jahre im 52sten Grade der Breite bei weitem nicht hinreichend, die feste Regel aus allen Zufälligkeiten klar hervortreten zu sehen; doch ist sie, auch in so kurzem Zeitraum schon deutlich genug, um dem aufmerksamen Beobachter nicht mehr entgehen zu können.

Herr von Beguelin hat das Barometer dreimal beobachtet, des Morgens um 7 oder 8 Uhr; am Nachmittag um 2 Uhr und endlich Abends um 10 Uhr. Jedesmal ist der Stand des Thermometers am Barometer angegeben, allein die Barometerhöhen sind nicht auf gleiche Temperatur reducirt. Ich habe daher sorgfältig alle Beobachtungen durch alle fünf Jahre

*) Vorgelesen den 18. Mai 1818.

hindurch, von 1782 bis 1786, auf den Frost-Punkt zurück geführt, und sie auf diese Art vergleichbar zu machen gesucht.

## Von der mittleren Barometerhöhe.

Man kann wohl vermuthen, dafs in einer so offenen und freien Gegend, als die ist, welche Berlin umgiebt, die Ursachen der barometrischen Veränderungen besonders gleichmäfsig sich äufsern, und dafs hier die allgemeineren, von entlegenen Gegenden herwirkenden Ursachen weniger von örtlichen Verhältnissen, Luftströmen in Thälern, an Berg-Abhängen, durch Hingang über Seen und Meere, werden gestört werden. In der That könnte man den mittleren Barometerstand, wie ihn die Beguelinschen Beobachtungen ergeben, zu einem Beweise brauchen, wie höchst nothwendig die Correction der Barometerhöhen wegen Temperatur ist, eine Vernachlässigung, welche sich auch gute Physiker noch immer erlauben, und dadurch ganz falsche und unbrauchbare Angaben liefern. Ohne Correction wird das auffallende Resultat der Berliner Beobachtungen wenig hervortreten.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Im Jahr 1782 waren in | 1015 | Zeit. | 330193. | 96 | par Linien | beobachtet worden | = | 335. 16 | Linien | im | Mittel |
| — 1783 | — | 1098 | — | 368158. | 87 | — | — | = | 335. 29 | — | — |
| — 1784 | — | 1091 | — | 365487. | 52 | — | — | = | 335. 004 | — | — |
| — 1785 | — | 1088 | — | 364644. | 06 | — | — | = | 335. 15 | — | — |
| — 1786 | — | 1094 | — | 366545. | 3 | — | — | = | 335. 05 | — | — |
| | | | | | | | Mittel | | 335. 137. | | |

Das Jahr 1783 war in ganz Europa durch einen röthlichen Dunst ausgezeichnet, während dessen sich das Barometer stets auf einer besonders grofsen Höhe erhielt. Die Variation der mittleren Höhe würde daher, ohne dieses Jahr, nur 0. 15 Linien betragen, ein Unterschied, welcher der unmittelbaren Beobachtung fast völlig entgeht.

Dieser geringe Unterschied der mittleren Höhe in verschiedenen Jahren erweist also, dafs alle Veränderungen, so vielfältig und verschiedenartig sie auch seyn mögen, sich doch am Ende schon im Verlauf eines einzigen Jahres wieder compensiren.

Sehr zu wünschen wäre es, wenn man sich überzeugen könnte, in wie weit diese Angabe als eine absolute Höhe anzusehen ist. Das Barometer der Beobachtung ist jedoch nicht mehr vorhanden, und es läfst sich nicht mehr vergleichen. Herr von Beguelin beobachtete im ersten Stock seines Hauses, hinter dem Observatorium, etwa 22 Fufs über der Strafse.

Rechnet man diese Strafse zu 8 Fufs Höhe über den mittleren Stand der Spree, und diesen mittleren Wasserspiegel zu 82 Fufs über die mittlere Höhe der Nordsee, daher des H. v. B. Beobachtungsort zu 102 Fufs über die Nordsee, so würde dies einen mittleren Barometerstand am Meere von 28 Zoll 1. 277 Linien ergeben, oder bei 10 Grad Temperatur von 28 Zoll 2,05 Linien.

Anton Pilgram, (Wetterkunde 488.) berechnet den mittleren Stand des Barometers zu Middelburgh im Jahre 1785 auf das Meer reducirt zu 28 Zoll 1. 8 Linien, wahrscheinlich bei 10 Gr. R. — Berliner Beobachtungen dieses Jahres geben den mittleren Stand am Meere, bei dieser Temperatur, zu 28 Zoll 2. 056‴, welches 0. 26 Linien mehr ist.

Da dies auch von anderen Angaben der Barometerhöhe an der Nordsee nicht bedeutend abweicht, so mag die Ungewifsheit über den absoluten mittleren Stand des Barometers an Herrn von Beguelins Beobachtungsort nicht über eine halbe Linie, auf keinen Fall eine ganze Linie betragen.

Diese Bestimmung, wenn man völlig sich auf sie verlassen könnte, wäre von grofsem Interesse. Vermehrt oder vermindert sich der Druck der Atmosphäre im Laufe der Zeiten? Dafs Veränderungen dieser Art vorgehen müssen, ist doch ganz wahrscheinlich, und es ist unsere Pflicht, die Materialien zur künftigen Beantwortung dieser Frage mit der gröfstmöglichen Genauigkeit künftigen Physikern in die Hände zu liefern.

Behauptet doch der Astronom Carlini in Mailand, dafs die Beobachtungen auf der dortigen Sternwarte, die seit 30 Jahren mit denselben Instrumenten angestellt worden sind, eine sehr bedeutende Vermehrung der Barometerhöhe erweisen. Der mittlere Stand nehmlich

von 1764 — 1792 ist 27 Zoll 9. 104 Linien
von 1792 — 1801 ist 27 Zoll 8. 522 Linien

Unterschied 0. 582 ein Unterschied, der in der mittleren Höhe eines jeden Monats mehr oder weniger sich äufsert. Zugleich sind der schönen Tage wenigere geworden, der Regentage mehrere; die Winter sind ein Weniges kälter, die Sommer ein Geringes wärmer geworden.

## Von den monatlichen Variationen des Barometers.

Es ist nicht zu erwarten, dafs das Gesetz der Variationen schon in dem Mittel, von nur 5 Jahren von allen Zufälligkeiten wird befreit seyn. Auch ist die Curve, welche sich aus diesen Unterschieden des höchsten und niedrigsten Standes in den verschiedenen Monaten ergiebt, noch nicht von der Regelmäfsigkeit, als man sie wohl bei einem Mittel von zehn, noch besser von zwanzig Jahren erhält. Ich hoffe jedoch, diese Curve in ihrer ganzen Reinheit aus den Beobachtungen zu erhalten, welche der Prediger Gronau seit einer so bedeutenden Reihe von Jahren angestellt hat. Die Beguelinschen Beobachtungen geben die mittleren Unterschiede auf diese Art:

| | | |
|---|---|---|
| im Januar | 16. 48 | Linien |
| Februar | 15. 45 | — |
| März | 13. 9 | — |
| April | 11. 16 | — |
| May | 9. 48 | — |
| Juny | 7. 64 | — |
| July | 7. 94 | — |
| August | 7. 34 | — |
| September | 11. 28 | — |
| October | 11. 04 | — |
| November | 14. 4 | — |
| December | 14. 22 | — |

Alle meteorologische Erscheinungen, wenige auf das Ganze nicht einwirkende locale ausgenommen, gehen am Ende aus demselben Princip hervor, aus dem Unterschiede der Temperatur an verschiedenen Orten der Erdoberfläche und aus den Bewegungen der Luft, welche daher entstehen. Es ist also einleuchtend, dafs sich die meteorologische Lage eines Ortes aus jeder gesetzmäfsigen Folge von Erscheinungen in der Atmosphäre mufs erkennen lassen, sie seyen von welcher Natur sie wollen; eben darum, weil sie alle Functionen der Temperatur sind. Die Veränderungen des Barometers sind also eben so gut im Stande, uns über Verhältnisse des Thermometers zu belehren, als dieses Instrument selbst, so wie dieses uns auch im Gegentheil die Bewegungen des Barometers vorzeichnen kann. In dieses letztere, das Barometer, ist darinnen ein noch weit sicherer Führer, wie das schon Ramond sehr richtig bemerkt hat; denn ein Thermometer

zeigt nur die Wirkung der nächsten Luft, von der es umgeben wird, das Barometer hingegen, die von der ganzen Luft, bis zu ihren äufsersten Grenzen hinaus. — Deswegen müssen wir wünschen, das Gesetz der Barometer-Variation ganz klar hervorgewickelt zu sehen.

Schon lange hat man auf die Verbindung dieser Variationen mit der Temperatur hingewiesen; — es ist zu auffallend, wie die Veränderung gerade in den kältesten Monaten am gröfsten ist, am kleinsten hingegen, wenn der Wechsel der Wärme nicht grofs ist. Eben diese Verbindung verräth die stets gröfsere Bewegung des Barometers, je mehr man wärmere und gleichförmigere Climate verläfst, und gegen Norden oder Süden hinaufgeht. Die Zahlen in jedem Monat werden gröfser, und die Differenzen in den Wintermonaten bedeutender. Die Curven der verschiedenen Breitengrade liegen regelmäfsig über einander, nach Progression ihrer Breite, und sie werden in den Sommermonaten immer concaver. S. die Figur, in welcher die Barometer-Variationen von Martinique (nach Chanvallon), von St. Cruz auf Teneriffa (nach Escolar Mss.), von Rom (nach Calandrelli), von Berlin (nach Beguelin), von Upsala (nach Prosperin) und von Umeo (nach Naezén) mit einander verglichen sind. Der Gang der Temperatur ist also in dieser Curve völlig ausgedrückt. Die Bewegungen des Winters in St. Cruz auf Teneriffa erreichen nicht einmal die Unbeständigkeit des Sommers in Berlin, und der Sommer in Upsal vermag sich nicht durch zwei Monat in einigem Grade von Gleichförmigkeit zu erhalten. — Der Anblick dieser Curven zeigt überall sogleich, bei welchen man sich mit der Anzahl der berechneten Jahre begnügen könne, welche noch fernerer Berichtigung bedürfen. Rom in einem nicht sehr wechselnden Clima, ist das Mittel von 12 Jahren, Upsal, mit ebenfalls sehr regelmäfsig fortlaufender Curve das Mittel von 20 Jahren. Dagegen zeigen die aus- und einspringenden Winkel in dem Herbsttheil der Curve von Berlin hinlänglich, dafs Durchschnitte noch mehrerer Jahre auch diese noch erst fortschaffen müssen, und auch die Variation des Januar, welche die Curve von Upsal durchschneidet, ist offenbar viel zu grofs. Wirklich bestimmt der Prediger Gronau den mittleren höchsten Stand des Januar, von

1780 — 1810 zu 28 Zoll 8. 494 Linien
den mittleren tiefsten 27 — 4. 86 —

welches nur eine Differenz giebt von 15. 87 Linien, eine Angabe, die sich sehr gut den übrigen Theilen der Curve anschliefst.

Den höchsten Stand überhaupt sah H. Gronau
1789 347. 625‴
den tiefsten 1801 324.
beide für den Monat Januar.

Der Ausdruck für Umeo ist sehr unregelmäfsig, allein es ist auch nur ein dreijähriges Mittel. Indessen scheint doch wohl deutlich, wie die regelmäfsige Curve wohl laufen würde. Es ist leicht zu sehen, wie auch diese sich in allen ihren Theilen über der, von Upsal hinbewegt, und die Zahlen der wahren Mittelvariation liefsen sich im Voraus bestimmen.

Die Ursache dieser Bewegungen liegt wahrscheinlich im Wechsel der Winde, welche durch die Temperaturdifferenzen verschiedener Climate hervorgebracht werden. Daher das geringe Schwanken des Quecksilbers im Sommer, in welchem die Wellenbewegungen der Atmosphäre im Verhältnifs zum Winter fast unbedeutend sind. Und eben deswegen darf man nur solche Orte verschiedener Breiten in ihren Curven mit einander vergleichen, welche in einer gleichen meteorologischen Längen-Zone liegen, wie dies ohngefähr mit den vorbezeichneten Orten der Fall ist. Gröfser sind die Bewegungen an Orten, welche unmittelbar von den Winden berührt werden, sobald sie den grofsen Ocean verlassen, und so wie ihnen ein besonderes Seeclima, eine eigenthümliche Temperaturcurve gegeben ist, eben so äufsern sich diese Verhältnisse in den mittleren Variationen des Barometers. Im Jahre 1783 waren die Barometer-Variationen zu gleicher Zeit zu Berlin und zu Middelburgh, welches sogar etwas südlicher, aber völlig dem Seeclima unterworfen liegt, wie folgt:

| | Jan. | Feb. | Mrz. | Apr. | May | Juni | Juli. | Aug | Sep. | Oct. | Nov | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berlin | 14.8 | 15. | 17.8 | 9. 9 | 8. | 9. 6 | 6. 4 | 7. 3 | 15 2 | 8. 2 | 14 5 | 17.8 |
| Middelburg | 15.13 | 21.51 | 23.25 | 11.81 | 8. 19 | 10.05 | 7. 13 | 6. 12 | 14.03 | 8. 61 | 15.96 | 17.65 |

Eben diese Verhältnisse finden sich, wenn man andere Orte in gleicher Breite mit einander vergleicht, von welchen der eine im Lande, der andere unfern der See liegt, wie etwa Manheim und Rochelle, Petersburg und Bergen. Die Bewegungen an der See sind verhältnifsmäfsig viel gröfser, aber auch viel gleichförmiger, als im Innern der Continente. Man sieht dieselben allgemeinen Ursachen wirken, wie z. B. die aufsergewöhnlich grofse Bewegung im März so gut in Berlin, wie in Middelburgh sich geäufsert hat; allein an der See haben Local-Winde, zurückkeh-

kehrende Wirbel-Winde (*vents de remoux*), oder schiefe Winde von oberen Theilen der Atmosphäre herab wahrscheinlich weniger störenden Einfluſs, der das allgemeine Gesetz in seiner Wirkung verändert, vermindert, oder es vielleicht in manchen Fällen so völlig versteckt, daſs man es nur durch vielfältige Mittel der Beobachtungen wieder herauswickelt und entdeckt.

## Vom mittleren Barometerstande bei verschiedenen Winden.

Lambert hat in *Mem. de Berlin* 1777. 36, eine Formel gegeben, die mittlere Richtung der Winde zu finden, und ihre verhältnifsmäfsige Stärke, wenn man die Stärke der Anzahl der Tage proportional voraussetzt, an denen ein jeder Wind geweht hat. Diese Formel ist auf sehr einfache Art aus der Zusammensetzung der Kräfte hergeleitet worden, und durch ihre Anwendung auf einige besondere Fälle hat Lambert sehr überraschende und belehrende Resultate erhalten. Er berechnet nämlich die mittlere Richtung und Stärke der Winde in einzelnen Monaten, und trägt sie auf eine Windrose auf. So findet sich dann, daſs von 1769 — 74 die mittlere Richtung fast aller Winde zu Berlin zwischen West und Süd liegt; dagegen in Petersburg genau umgekehrt zwischen Nord und Ost. Die Bewegung, welche noch bei Berlin zum Pol heraufgeht, kommt schon bei Petersburg wieder herunter. Diese Lambertschen Figuren geben daher unmittelbar die meteorologischen Längenzonen, deren feste Bestimmung das vereinte Bestreben aller Meteorologen seyn sollte, denen die Entwickelung der Gesetze der Veränderungen des Luftkreises am Herzen liegt. Man wird, bei dem Anblick dieser Figuren, schon sehr bald überzeugt seyn, daſs jede Bewegung der Luft, vom Aequator gegen die Pole, nicht bloſs in der Höhe über einander, sondern neben einander hin ihren entgegengesetzten Strom von den Polen gegen den Aequator erzeugen müsse. Wo beide Ströme einander berühren, laufen sie häufig über einander, und bilden einzelne, wenig ausdauernde Wirbel- und Reflexionswinde (*vents de remoux*), durch welche man nicht selten über den Hauptwind ganz irre geleitet werden kann. Das Barometer wird dann ein Führer, wenn vorher durch eine groſse Reihe von Beobachtungen festgestellt worden ist, welche Höhe des Barometers jedem einzelnen Winde zukomme.

Ich glaube, Herr Burckhardt in Paris hat zuerst aufmerksam darauf gemacht, wie sehr verschieden die mittlere Barometerhöhe ist, wenn die herrschenden Winde verschieden sind. Ramond hat dieses Phänomen mit grofsem Fleifs und grofser Ausführlichkeit verfolgt, und hat gezeigt, wie jeder Wind durch die Barometerhöhe caracterisirt ist, welche er hervorbringt. Und so mag man wieder glauben, die Natur jedes einzelnen Windes an verschieden gelegenen Orten werde sich aus der Barometerhöhe erkennen lassen, welche ihm eigen ist.

Ich habe deshalb alle Barometerhöhen nach den 4 Cardinal -- und 4 zwischen liegenden Winden geordnet, und daraus die Mittel gezogen. Die nebenstehende Tabelle (I.) liefert das Resultat dieser Arbeit. — Es ist in der That überraschend genug.

Das Mittel des Nord-Ostwindes ist 336. 62 Linien.
Das des Südwindes ist 333. 06 —
Ein Unterschied von 3. 56 Linien!!

Und regelmäfsig geht die Progression durch alle übrigen Winde fort, doch so, dafs zwischen Süden und Osten die Barometerstände sich noch um Vieles schneller erheben, als zwischen Süden und Norden. Die nordliche Seite der climatischen Windrose fängt zwar wohl in Westen an, geht aber auf der östlichen Seite bedeutend gegen Süden herunter, noch 30° 35′ unter dem Ostpunkte, und daher noch etwas jenseits Ost-Süd-Ost. In diesen Punkten nämlich findet sich erst der mittlere Barometerstand wieder. Es könnte wohl Orte geben, an welchen die climatische Nordseite ganz gegen Osten fällt, und vielleicht selbst NW. kaum erreicht.

Ob die grofsen Verschiedenheiten dieser Differenzen in den einzelnen Monaten wirklich in Naturgesetzen begründet, oder Folge von Zufälligkeiten sind, welche fünfjährige Durchschnitte noch nicht haben wegwischen können, mufs noch ferner untersucht werden. Die tiefen Stände des NOst im Januar sind wohl etwas verdächtig.

Ramond meint, dafs wenn die mittlere Höhe bestimmt ist, welche den Winden zukommt, man aus ihnen häufig besser die Richtung der Winde bestimmen könne, als durch Beobachtung von Wetterfahnen.

Wer wird den Zug oder die Reflexion in den Strafsen einer Stadt aufzeichnen? Doch ist häufig der beobachtete Wind einem solchen ganz ähnlich. Es zieht eine Regenwolke vorbei mit Süd-West, regnet aber, aus localen erwärmenden Ursachen am Ort der Beobachtung nicht. Die Tro-

pfen werden wieder zu Dampf, und es kommt dem Beobachter ein ganz localer Wind zu, von einer Richtung, der allgemeinen vielleicht völlig entgegengesetzt. Es ist eine leichte Modification in den untersten Luftschichten. Das Barometer behält den Stand des allgemeinen Windes, und zeigt diesen nicht an. Dann aber werden wieder viel Beobachtungen erfordert, um diesen Fehler in den Registern zu zerstören. Ein Beispiel möge dies erläutern.

Am 6. Juni 1785 h. 7. Bar. 333. 7. Therm. 12. 8 Regen. Süd-Ost.
h. 2. — 332. 8. — 14. Regen. Ost.
h. 10. — 332. 8 — 11. heftiger Regen. West.

An diesem Regen hatten Ost und Süd-Ost keinen Theil. Schon in Erfurt sahe man

am 6. Juni h. 7. Bar. 327. 9. 10. 2. Regen. Süd-West
h. 2. — 327. 7. 14. 2. Regen. West.

Hier war nichts von Ost und Süd-Ost, auch nicht in den vorigen Tagen; das hätte der Barometerstand allein schon erwiesen und gezeigt, dafs Ost und Süd-Ost höchstens nur Winde der Wirbelung (*vents de remoux*) seyn konnten.

## Von der mittleren Barometerhöhe bei Regen.

Die den Winden zukommende Barometerhöhe ist folgende:

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Die mittleren Stände dieser Winde während des Regens dagegen sind | 336.52 | 335.85 | 335.13 | 333.61 | 333.06 | 334.55 | 336.36 | 336.62 |
| | 334.42 | 333.04 | 334.18 | 332.56 | 332.1 | 333.03 | 335.17 | 335.1 |
| Differenz | 1.9 | 0.81 | 0.95 | 1.05 | 0.96 | 1.52 | 1.19 | 1.52 |

Mit jedem Winde steht also der Barometerstand bei Regen beträchtlich tief unter dem gewöhnlichen Barometerstande dieses Windes. Dies ist sehr merkwürdig. — Man sieht, der Wind des Regens mufs sich zum herrschenden erhoben haben, ehe der Dampf herausfallen kann. Er hat sich abgeregnet, ehe er die Gegend von Berlin erreicht, und erwartet auf's Neue eine weitere Abkühlung, bis der noch rückbleibende Dampf das Maximum seiner Temperatur erreichen kann. Wahrscheinlich würden in Middelburg, an Englands und Irlands Westküste die Mittel der Barometerhöhen bei Regen nicht sehr von der gewöhnlichen mittleren Ba-

rometerhöhe abweichen, zum wenigsten schwerlich um 0.95, 1.05, 0.96 Linien, wie hier bei West-, Süd-West- und Südwinden.

Es geht hieraus eine kleine praktische Regel hervor. Gewifs sind keine dauernde Landregen zu erwarten, so lange nicht das Barometer unter den mittleren Stand des herrschenden Windes herabsinkt.

Könnte man den Nord-, Nord-Ost- und Ostwinden die Regen entziehen, welche ihnen unrechtmäfsig zugerechnet werden, so würden ihnen wahrscheinlich wenige bleiben. Doch immer einige. Denn es giebt zwei Ursachen des Regens, die von entgegengesetzten Eigenschaften der Winde hervorgebracht werden. Die Süd-West- und Südwinde von wärmeren Climaten verlieren in den kälteren Breiten ihre Temperatur, und der Dampf, den sie mitführen konnten, wird endlich zu solcher Temperatur herabsinken, bei welcher er sich nicht mehr erhalten kann, sondern als Regen herabfallen mufs. Dieser Prozefs geht unaufhörlich fort, so lange die warmen Winde fortwehen, und sich erkälten können. Daher ist diese Erkältung die bei Weitem vorzüglichste Quelle des Regens. — Ein Nordwind dagegen, fällt er auf wärmere Luft, wird diese ebenfalls erkälten, und dadurch Nebel und feine Regen hervortreten lassen. Allein diese Wirkung ist nur von kurzer Dauer. Der Nordwind erwärmt sich selbst; seine Capacität für Dampf wird bedeutend erhöht, und die Wolken und Nebel verschwinden. — Auf eben die Art werden die warmen Winde, die mit grofser Dampfcapacität ankommen, im Augenblick ihres ersten Erscheinens alle Wolken und Nebel auflösen, bis sie selbst so weit erkältet sind, dafs der Dampf auf's Neue zum Herausfallen genöthigt ist. — In der Schweiz, zwischen den Alpen und dem Jura, wo man nur Süd-West- und Nord-Ostwinde kennt, und wo die Abwechslung dieser Winde daher auffallender ist, weifs man sehr wohl, dafs der erste Tag des wiederkehrenden Süd-West ein ganz ausserordentlich heiterer Tag ist, mit einer Durchsichtigkeit der Luft, welche die Berge der Alpen gewöhnlich bis zum Erschrecken nahe herantreten läfst. Die Feuchtigkeit des Süd-West bemächtigt sich aller festen Theile, welche bis dahin die Durchsichtigkeit der Luft getrübt, und den Dunst gebildet hatten, den man Heerrauch zu nennen pflegt, gröfstentheils wohl Staub von Pflanzen und Saamen von Moosen, hygroscopische Substanzen, die durch ihr Feuchtwerden durchsichtig, vielleicht auch schwerer gemacht, und dadurch zu Boden gesenkt werden. — Der erste Tag der Bize dagegen ist ein grauer dicht umzogener Tag, *une Bize noire*, wie man

sie nennt; die feinen Tropfen des Regens dieses Windes hängen sich fest an den näfsbaren Körpern, und durchdringen, was sie berühren; sie treten, so wie oben, so ebenfalls in der Luftschicht hervor, in der man sich eben befindet, wie die Wolken auf Bergen, und 0.2 Zoll Bize Regen (kaum wird es je mehr betragen) ist daher mehr von Reisenden gefürchtet, als 0.5 oder 0.8 Zoll Regen mit *Vent* (dem Süd-Westwind). Dieser fällt in Strömen von höheren Regionen herunter, und läuft daher schnell ab von den Flächen, die ihm entgegen stehen.

Wenn daher auch nordliche Winde von wahren Regenwinden nicht völlig können ausgeschlossen werden, so stehen sie hierinnen doch den Südwinden weit nach. Vergleicht man die Menge der Regenwinde mit der Menge der Winde überhaupt, so erhält man folgende Verhältnisse:

| | | |
|---|---|---|
| Für Nord | wie | 1 : 12.25 |
| Nord-West | — | 1 : 6.95 |
| West | — | 1 : 5. 1 |
| Süd-West | — | 1 : 3.31 |
| Süd | — | 1 : 4.63 |
| Süd-Ost | — | 1 : 10.95 |
| Ost | — | 1 : 15.12 |
| Nord-Ost | — | 1 : 17 |

Fast jeder 3te Süd-Westwind ist daher ein Regenwind; dagegen bei Nord-Ostwinden unter 17 nur erst einer. Man sieht, wie sehr viel die Winde von NW. bis Süd hierinnen die übrigen Winde überwiegen. Nimmt man jedoch in die Zahl auch die Schnee-Tage auf, wie das wohl der Natur der Sache ganz gemäfs scheint, so erscheinen folgende Verhältnisse der Schnee- und Regenwinde zur Zahl der Winde überhaupt:

| | | |
|---|---|---|
| Für Nord | wie | 1 : 5.8 |
| Nord-West | — | 1 : 4.5 |
| West | — | 1 : 4.2 |
| Süd-West | — | 1 : 2.77 |
| Süd | — | 1 : 3.8 |
| Süd-Ost | — | 1 : 6.86 |
| Ost | — | 1 : 8.8 |
| Nord-Ost | — | 1 : 8.1 |

Es ist daher nur unter $2\frac{1}{2}$ Tagen des Süd-Westwindes ein Tag ohne Regen und Schnee zu erwarten; dagegen werden bei Ostwind 8 Tage

trocken seyn, und nur erst am 9ten wird Schnee oder Regen herabfallen. Diese Verhältnisse müssen sich nach den Monaten sehr abändern. Die beigefügte Tabelle giebt davon eine Uebersicht, so weit fünf Jahre sie zu geben vermögen. Unter ihnen gehört das kleinste Verhältnifs den Süd-Westwinden im Juli. Wenn auch nicht alle regenbringend sind, so sind es unter 7 doch 4 gewifs, und der mittlere Stand des Barometers ist bei diesen tiefer unter dem mittleren Stande bei diesem Winde überhaupt, als man es in irgend einem andern Monat wieder antrifft. Es ist nämlich der Barometerstand

im Juli bei SW 335. 61
bei Regen 331. 65

1. 96. Nahe an zwei Linien Unterschied! Freilich übersteigt ihre ganze Anzahl in diesem Monate wenig über 9 Tage. Dagegen ist bei Nordwind im Juni selbst unter 45 Tagen noch kein Regentag zu befürchten.

## Von der mittleren Barometerhöhe bei dem Schneefall.

Auch für die Ursachen, welche den Schnee über die Erdfläche verbreiten, ist die Betrachtung der Barometerhöhe nicht ohne Belehrung.

Die mittlere Barometerhöhe der Winde überhaupt:

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 336.32 | 335.85 | 335.15 | 335.61 | 333.06 | 333.55 | 336.36 | 336.62 |
| Bei dem Schneefall | 333.25 | 334.37 | 333.62 | 331.93 | 330.76 | 332.21 | 333.38 | 333.75 |
| Differenz | 3.07 | 1.48 | 1.51 | 1.68 | 2.30 | 1.34 | 2.98 | 2,87 |

Bei keinem Winde steht also das Barometer während des Schneefalls in der diesem Winde zukommenden Höhe, sondern überall besonders tief. In den nordlichen Winden N, NOst und Ost ist dieser Unterschied der Höhen noch bedeutender, und steigt bis auf 3 Linien. Das Barometer steht dann auf einer Höhe, welche durchaus nur Südwinden zukommen sollte. Doch sind es gerade die nordlichen Winde, durch welche am häufigsten der Schnee hervortritt. Die Menge der Schnee-Tage ist nämlich folgende:

| | N. | NW | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 38. | 74. | 51. | 54. | 17. | 25. | 24. | 60. |
| In einem Jahre: | 7.5 | 14.8 | 10.2 | 10.8 | 3.4 | 5.4 | 4.8 | 12. |

Hätte man blofs diese Zahlen vor Augen, so würde man leicht glauben können, der Schnee werde uns von polarischen Gegenden durch nordliche Winde zugeführt. Der Mittelstand des Barometers zeigt dagegen wie irrig ein solcher Schlufs seyn würde. Da es im Stande der Südwinde ist, so mufs die Nordluft bei dem Schneefall nur eben erst erschienen seyn; und dann ist es klar, dafs der Schnee nur der Einwirkung der kalten Nordluft auf dampfhaltende warme Luft von Süden her seine Entstehung verdankt. Und das geht noch deutlicher aus dem Beispiel einiger Tage hervor. So am

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. März 1783 | h. 10. | 328.11 | — 1. | SSW. |
| 3. — — | h. 7. | 330.5 | — 2. | NNO. viel Schnee. |
| | h. 2. | 332.7 | — 0.5 | N. |
| | h. 10. | 334.8 | — 3.6 | N. |

Um so gröfser ist die Erkältung der Südluft, daher der Schneefall, je bestimmter die nordlichen Winde herabkommen. Haben sie sich aber völlig die Herrschaft errungen, so fällt kein Schnee mehr, oder höchstens nur noch leichte, kleine und getrennte Flocken. Und hierdurch wird ein Ausspruch, den man oft hört, der: grofser Schneefall ziehe grofse Kälte nach sich, auf eine nähere Ursache zurückgeführt. Die Nordwinde nämlich, als Ursache des Schnees, verbreiten die kalte Luft, und treiben zugleich das Barometer herauf.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12. Febr. 1786. | h. 6. p. m. | 330. | | SW. starker Schnee. |
| 13. — — | h. 7. a. m. | 333. | 1.7 | NW. |
| | 2. — | 337.8 | 1.4 | NW. |
| | 10. — | 341.5 | — 0.3 | NW. |
| 14. — — | h. 7. — | 343.2 | — 1.3 | SW. |

In einem Tage, nach dem Schneefall, war also das Barometer 8, 5 Linien gestiegen. —

Ueberhaupt wissen diejenigen wohl, welche das Barometer fleifsig beobachten, dafs die äufsersten Extreme der tiefen und hohen Stände im

Winter gewöhnlich gar wenige Tage von einander entfernt sind; und ich glaube bemerkt zu haben, dafs vom tiefen Stande das Quecksilber schnell zum höchsten hinaufläuft, nicht aber umgekehrt. Ich kenne die Ursache dieser Erscheinungen nicht. —

Wenn es jedoch mit West- und Süd-Westwinden schneit, wie das fast eben so häufig als mit Nord-Ostwinden geschieht, so kann man wohl glauben, dafs es im Augenblick der schnellen Erkältung der eben ankommenden warmen Südluft an den Nordwinden statt findet, welche sie vertreibt. Einige nähere Angaben mögen dieses erweisen.

Am 20. Januar 1785 steigt das Barometer von 336 zu 336.6. 336.5 mit Ost und hellem Sonnenschein. Temperatur — 4 am Morgen — 2 am Mittag. Diese hohen Stände und Kälte erhalten sich. Am 28. fällt das Quecksilber 8 Linien. Am 29. früh steht es nur noch 328 mit Süd-West. Sogleich schneit es mit wüthendem Winde, und Schnee fällt bis in den folgenden Tag.

Am 29. October 1786 fiel der erste Schnee. Seit 8 Tagen hatten Nordwinde geweht, NW und NO mit 342., und die Temperatur war durch ihren Einfluss tief herabgesunken.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Da erscheint | h. 7 SSW. | 340.4 | 8.5 | Um zehn Uhr heftiger Schneefall. |
| | h. 2 SSW. | 339.9 | 2.3 | |
| | h.10 O. | 339.6 | 0.7. | Schnee. Nun trieb der Ost das |

Barometer wieder bis auf 341. Die Luft erkältete sich zu — 2 und ward hell. — Fiel nicht hier offenbar der Schnee aus dem erkälteten Süd-West?

Im Anfange des März 1786 fiel sehr viel Schnee mit NOst- und Nordwinden, bei sehr niedrigen Ständen, von 329 an nur bis 334, aber bei tiefer Temperatur. Nie, auch am Mittag, steht das Thermometer über — 3 Gr. Meistens — 5 bis — 7 Grad. Am 12. schneit es mit SSW. Das Barometer steht nun 333 und die Wärme steigt auf — 1 + 1 Grad. Wer möchte hier nicht glauben, in den höheren Schichten habe der das Barometer niederhaltende Süd-West schon immer fortgeweht, habe dort durch Erkältung vielleicht geregnet, und die tieferen Schichten wären, durch erdberührende Nordwinde kälter gewesen, und in ihnen habe der Regen sich zu Schnee gestaltet. — Denn gar häufig ziehen in der Höhe die wärmeren Winde fort, ehe sie herabkommen; vielleicht geschieht es jederzeit wenn Südwinde Nordwinde vertreiben. Zu Inspruck, im Thale des Inn,

sieht

sieht man nicht selten mitten im Winter den Schnee in 3000' Fufs Höhe am Abhang der Berge völlig geschmolzen, dagegen ist es im Thale bitter kalt, und der Schnee auf dem Boden wird nicht einmal feucht. Dann sagt man, der Südwind des Brenners drücke die Kälte von oben in das Thal herunter. Wie sehr dies auch in Berlin sichtbar ist, möge wieder ein Beispiel erweisen:

Am 1. März 1783 fällt das Barometer von 333. 2 NW. durch Ost bis am 2ten h. 7 328. 2 bis Nord-Ost

und es schneit mit diesem Winde.

| In Rom sah man an diesem Tage | In München 1. März |
|---|---|
| h. 7. 332. 9. NO. | h. 7. 312. 04. S. |
| h. 2. 331. 3. SO. | h. 2. 310. 3. S. |
| h. 10. 330. SW. | h. 10. 308. 5. W. |
| am 2. März h. 7. 328. 4. SSW. | |
| h. 2. 324. 4. SW. | |

Rom und München würden daher schon erwiesen haben, dafs der Fall des Barometers zu Berlin den Süd-Westen zukomme, die daher in den oberen Regionen der Atmosphäre fortziehen mufsten. Einige Tage später fällt das Minimum des Jahres. Nämlich am 6. des Abends, zu gleicher Zeit in Rom, wie in Berlin

in Berlin 322. 9 Ost. in Rom 327. 3 Süd und SW.

Herr Steiglehner in den Manheimer meteor. Ephemeriden hat durch fleifsige Zusammenstellungen und Vergleichungen bewiesen, dafs die tiefen Stände des Barometers sich von Süd-West gegen Nord-Ost progressiv, etwa im Verlaufe eines Tages verbreiten. Schon daraus würde der Ostwind in Berlin sehr verdächtig erscheinen. Nun aber findet sich dieser tiefste Stand am 6. März

in Middelburg 320. 4. WSW.
in Göttingen mit S. und SW.
in Düsseldorf mit S.
in Rochelle mit SW.

Das scheint doch in der That hinreichend, auch zu Berlin den Süd-West in den oberen Theilen der Atmosphäre zu erweisen. Vielleicht schon in zwei oder dreitausend Fufs Höhe. Das Phänomen wäre von den Beobachtern unmittelbar bemerkt worden, hätten die Berliner Gegenden

ein Observatorium von einigen tausend Fuſs Höhe, wie so viele Städte in Europa, und ohne welches man über eine groſse Menge meteorologischer Phänomene sich ganz falsche Ansichten bildet.

Auch die Temperatur, bei welcher der Schneefall am häufigsten ist, zeigt es wohl, daſs der Schnee nicht mit Nordwinden herabgebracht wird, sondern aus dem Conflict von Nord- und Südwinden in der Zeit ihres Streites entsteht. Aus vielen Zusammenstellungen nämlich finde ich die Mittel-Temperatur, bei welcher groſser Schnee fällt, der dauernd den Boden bedeckt, nicht tiefer als — 3 höchstens — 4 Gr.

So ist es selbst noch in Grönland, nach den Beob. in den Manheimer Ephemeriden. Am 14. Januar 1803 sah ich es in Norwegen schneien bei — $10\frac{1}{2}$ Gr. und Ostwind. Der Schnee war trocken, und fiel nur in kleinen Flocken. Bei tieferer Temperatur wird es kaum noch schneien können. — Auch gehört zum Schneefall, daſs bei dem Zusammenstoſs der Winde die südlichen wirklich hinreichend dampfhaltig sind. In Schweden kann aus dem Westwinde, in Drontheim und Wardoehuus aus den Südwinden kein Schnee ausgepreſst werden, weil sie, von Gebirgen herabkommend und sich an der Seeluft erwärmend, in ihrer Dampfcapacität zunehmen.

I.

## Tafel

für die mittleren Barometerstände zu Berlin, bei verschiedenen Winden, aus allen Beobachtungen gezogen, durch fünf Jahre.

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 335. 37 | 336. 62 | 334. 52 | 332. 78 | 331. 86 | 333. 38 | 339. 31 | 334. 76 |
| Februar | 335. 54 | 336. 24 | 335. 47 | 332. 54 | 330. 55 | 333. 95 | 334. 7 | 337. 27 |
| März | 333. 99 | 334. 61 | 334. 01 | 332. 3 | 331. 84 | 334. 13 | 334. 48 | 332. 69 |
| April | 336. 18 | 335. 96 | 335. 89 | 333. 33 | 330. 64 | 334. 55 | 336. 98 | 336. 85 |
| Mai | 336. 75 | 335. 85 | 335. 71 | 334. 44 | 335. 15 | 334. 31 | 335. 29 | 335. 39 |
| Juni | 336. 63 | 336. 25 | 335. 45 | 334. 52 | 334. 05 | 334. 59 | 335. 71 | 336. 6 |
| Juli | 336. 61 | 335. 9 | 334. 52 | 334. 12 | 333. 53 | 334. 25 | 335. 82 | 336. 19 |
| August | 336. 52 | 336. 08 | 335. 3 | 333. 48 | 333. 1 | 334. 4 | 335. 98 | 334. 31 |
| September | 338. 11 | 335. 78 | 335. 11 | 333. 25 | 332. 85 | 335. 46 | 336. 64 | 338. 53 |
| October | 335. 44 | 336. 66 | 336. 22 | 334. 42 | 333. 52 | 335. 48 | 338. 15 | 337. 9 |
| November | 336. 86 | 334. 7 | 336. 14 | 334. 33 | 332. 77 | 333. 98 | 335. 78 | 337. 18 |
| December | 335. 93 | 335. 53 | 335. 24 | 335. 13 | 331. 93 | 335. 77 | 335. 58 | 335. 97 |
| Mittel aus allen Beobachtungen | 336. 52 | 335. 85 | 335. 13 | 333. 61 | 333. 06 | 334. 55 | 336. 36 | 336. 62 |

II.

## Tafel

für den mittleren Stand des Barometers bei verschiedenen Winden für jedes der fünf beobachteten Jahre.

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1782 | 336. 78 | 335. 76 | 334. 69 | 333. 65 | 332. 9 | 333. 86 | 336. 11 | 336. 29 |
| 1783 | 335. 50 | 336. 37 | 335. 52 | 333. 08 | 333. 64 | 335. 79 | 336. 42 | 336. 35 |
| 1784 | 336. 32 | 335. 91 | 335. 2 | 333. 89 | 332. 75 | 334. 2 | 336. 53 | 335. 16 |
| 1785 | 337. 68 | 335. 54 | 334. 94 | 333. 53 | 332. 07 | 335. 22 | 336. 87 | 337. 2 |
| 1786 | 337. 86 | 335. 73 | 335. 52 | 333. 77 | 332. 15 | 334. 48 | 335. 62 | 337. 22 |

# Tafel

der mittleren monatlichen Barometer-Variationen in verschiedenen Breiten und an Orten von ungefähr gleicher meteorologischer Länge, in Pariser Linien.

| | Breite | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Decbr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| St. Pierre Martinique Chanvallon 1 J. | 15°40′ | — | — | — | — | — | — | 1.33 | 2.5 | 3. | 2. | 2.251 | 2.66 |
| St. Cruz Teneriffa Escolar Mss. 3 J. | 28°20′ | 7.033 | 5.627 | 5.345 | 4.5 | 3.15 | 1.87 | 2.06 | 2.06 | 2.25 | 3.657 | 3.376 | 4.22 |
| Rom Calandrelli 20 J. | 41°53′ | 11.24 | 10.215 | 9.54 | 7.96 | 7.035 | 4.895 | 4.225 | 4.075 | 5.7 | 7.61 | 8.69 | 10.015 |
| Berlin Beguelin 5 J. | 52°31′ | 16.48 | 15.45 | 13.9 | 11.16 | 9.48 | 7.64 | 7.94 | 7.34 | 11.28 | 11.04 | 14.4 | 14.22 |
| Upsal Prosperin 12 J. | 59°40′ | 15.99 | 15.34 | 15.13 | 13.4 | 11.82 | 9 93 | 8.29 | 9.81 | 11.61 | 14.29 | 16.27 | 15.32 |
| Umeo Naezén $3\frac{1}{2}$ J. | 63°50′ | 16.05 | 18.42 | 16.4 | 12.8 | 14.47 | 10.74 | 8. | 10.59 | 14.63 | 16.6 | 15.62 | 18.05 |

# Tafel

für die mittlere Barometerhöhe während des Regens bei verschiedenen Winden, nach fünfjährigen Beobachtungen zu Berlin.

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 330. | 331.46 | 333.06 | 331.7 | 331.57 | 333.93 | 335.36 | 335.7 |
| Februar | 336.95 | 336.05 | 335.44 | 331.98 | 331.5 | 334.08 | — — | 336.8 |
| März | 327.56 | 335.07 | 332.19 | 330.42 | 329.71 | 334.05 | 332.33 | 331.23 |
| April | 333 86 | 335.23 | 334.66 | 333.6 | 330.14 | 333.7 | 332.65 | 333.26 |
| Mai | 334 86 | 334.7 | 335.— | 333.46 | 335.66 | 333.34 | 333.5 | 335.26 |
| Juni | 334.3 | 335.85 | 333.94 | 335.56 | 333.02 | 335.04 | 333.65 | 336.75 |
| Juli | 335.03 | 335.15 | 334.16 | 331.65 | 332.85 | 334.49 | 333.42 | 335.92 |
| August | 334.62 | 336.3 | 334.22 | 332.74 | 332.13 | 334.84 | 336.06 | 334.13 |
| September | 337 16 | 334 23 | 332.94 | 332.39 | 332.57 | 331.54 | 334.14 | 337.22 |
| October | 331.4 | 334.57 | 335.41 | 333.7 | 332.39 | 332.93 | 336.07 | 334.22 |
| November | 335.22 | 334 32 | 334.9 | 332 26 | 332.17 | 333.62 | — — | 333.42 |
| December | — — | 333.62 | 33 . 97 | 334.96 | 330.59 | 339.16 | 337.24 | — — |
| | 334.42 | 335.04 | 334.18 | 332.56 | 332.1 | 333.03 | 335.17 | 335.1 |

# Tafel

der Menge der Regentage zu Berlin in fünf Jahren.

(und der Schneefälle.) *)

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 1.(5) | 4.(11) | 13.(4) | 33.(8) | 10 (7) | 3.(10) | 2.(6) | 1.(3) |
| Februar | 3 (7) | 2.( 8) | 5.(10) | 23.(16) | 6.(5) | 1.(2) | — (4) | 3.(16) |
| März | 1.(14) | 2.(15) | 9.(20) | 7.(15) | 8.(2) | 3.(5) | 1.(4) | 1.(17) |
| April | 6.(3) | 10.(4) | 15.(3) | 10. | 3. | 2. | 2. | 5.(8) |
| Mai | 3. | 16. | 20.(1) | 30. | 6. | 7. | 7. | 5. |
| Juni | 1. | 23. | 25. | 16. | 5. | 4. | 4. | 4. |
| Juli | 7. | 26. | 37. | 26. | 9. | 5. | 8. | 2. |
| August | 7. | 13. | 37. | 46. | 10. | 3. | 10. | 4. |
| September | 2. | 10. | 19. | 45. | 14. | 3. | 3. | 4. |
| October | 3. | 9. | 13. | 18.(2) | 6. | 7. | 2.(1) | 4. |
| November | 1.(5) | 4.(15) | 7.(10) | 23 (1) | 7.(1) | 3.(2) | —(1) | 1.(5) |
| December | — (4) | 5 (11) | 14.(3) | .(13) | 4.(2) | 1.(6) | 3 (8) | —(11) |
| Summe | 35. (36) | 124. (74) | 214. (50 | 282. 55) | 88. (17) | 42. (25) | 42. (24) | 34. (60) |
| Mittel | 7. | 24.8 | 42 8 | 56.4 | 17.2 | 8.4 | 8.4 | 6.8 |
| Mittel d. Schneetage | 7.5 | 14.8 | 10.2 | 11. | 3.4 | 5. | 4.8 | 12. |

*) Anmerk. Die Anzahl der Schneefälle ist den Regen in Klammern beigefügt.

## Tafel

über die verhältnifsmäfsige Menge der Winde in verschiedenen Monaten.

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar | 20. | 40. | 59. | 123. | 67. | 66. | 58. | 28. |
| Februar | 48. | 70. | 42. | 80. | 35 | 35. | 29. | 74. |
| März | 40. | 65. | 98. | 64. | 48. | 41. | 43. | 53. |
| April | 32. | 82. | 73. | 44. | 16. | 61. | 56. | 63. |
| Mai | 31. | 94. | 89. | 77. | 16. | 30. | 57. | 48. |
| Juni | 45. | 127. | 101. | 40. | 12. | 21. | 49. | 48. |
| Juli | 41. | 113 | 149. | 47. | 22. | 23. | 37. | 30. |
| August | 27. | 61. | 142 | 122. | 23. | 33. | 33. | 21. |
| September | 25. | 48. | 108. | 100. | 44. | 30. | 47. | 54. |
| October | 49. | 53. | 92. | 89. | 38. | 42. | 73. | 27. |
| November | 39. | 52. | 83. | 97. | 45. | 27. | 49. | 48. |
| December | 32. | 57. | 55. | 52. | 32. | 51. | 104. | 82. |
| | 429. | 862. | 1091. | 935. | 398. | 460. | 635. | 576. |
| Mittel | 85.8 | 172.4 | 218.2 | 187. | 79.6 | 92. | 127. | 115.2 |

## Tafel

des Verhältnisses der Winde, mit denen es geregnet oder geschneit hat, zur ganzen Menge — 1: *)

| | N. | NW. | W. | SW. | S. | SO. | O. | NO. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (3.6 S.) | (2.67) | (3.35) | (3) | (4) | (5) | (9.6) | |
| Januar | 20. | 10. | 4.54 | 3.73 | 6.7 | 22. | 29. | 28. (7) |
| | (4.8) | (3.5) | (2.8) | (2.05) | (3.2) | (11.6) | (7.25) | |
| Februar | 16. | 35. | 8.4 | 3 48 | 5.83 | 35. | | 25.(3.9) |
| | (2.67) | (3.8) | (3.4) | (2.9) | (4.8) | (5.125) | (8.6) | (2.94) |
| März | 40. | 32.5 | 10.9 | 9.14 | 6. | 13.66 | 43. | 53. |
| | (3.5) | (5.85) | (4) | | | (20) | | (4.8) |
| April | 5.33 | 8.2 | 4.86 | 4.4 | 5.3 | 30.5 | 28. | 12.6 |
| Mai | 10.3 | 5.87 | 4.45 | 2.57 | 2.66 | 4.3 | 8.14 | 9.6 |
| Juni | 45. | 5.52 | 4.04 | 2.5 | 2.4 | 5.25 | 12.25 | 12. |
| Juli | 5.85 | 4.35 | 4. | 1.8 | 2.44 | 4.6 | 4.625. | 15. |
| August | 3.85 | 4.7 | 3.83 | 2.75 | 2.3 | 11. | 31.3 | 5.25 |
| September | 12.5 | 4.8 | 5.7 | 2.2 | 3.1 | 10. | 15.66 | 13.25 |
| | | | | (4.45.) | | | (24.3) | |
| October | 16.3 | 5.9 | 7. | 4.96 | 6.33 | 6. | 36.5 | 6.75 |
| | (6.5) | (2.74) | (4.9) | (4.) | (5.62) | (5.4) | | |
| November | 39. | 13. | 11.84 | 4.2 | 6.42 | 9. | 0. | 48. (8) |
| | (5.3) | (3 56) | (3.2) | (2.9) | | | (9.5) | |
| December | 0. | 11.4 | 3.93 | 10.4 | 8.(5.3) | 51 (7.3) | 34.6 | 0(7.45) |

*) Die Schneetage sind in Klammern eingeschlossen.

Ueber

# barometrische Wind-Rosen.

Von Herrn von Buch *).

Es ist wahrscheinlich sehr wenigen Beobachtern entgangen, dafs das Barometer gewöhnlich mit nordlichen Winden steigt, mit südlichen fällt. Aber die Gröfse dieses Einflusses der Winde auf die Barometerhöhe zu bestimmen, hat wohl Niemand versucht, ehe Herr Burckhardt in Paris zeigte, wie die mittlere Barometerhöhe von Copenhagen um mehr als zwei Linien verschieden sei, wenn man das Mittel aus Beobachtungen bei Nordwinden oder bei Südwinden zieht. Zu einer ähnlichen Untersuchung ward Ramond geführt, als er bemerkte, dafs die Höhen-Angaben und Beobachtungen bei Südwinden stets kleiner, bei Nordwinden gröfser waren, als sie es, der Wahrheit gemäfs, hätten seyn sollen. Er hat daher in seinem Werke über Barometer-Messungen untersucht, nicht allein wie der Stand des Barometers in Paris bei Nord- und Südwinden, sondern auch bei Ost- und Westwinden sei.

Auch dies schien über die Bewegungen des Luftkreises noch nicht hinreichend Aufschlufs zu geben. Man konnte fragen, wie denn die Progression vom tiefsten Stande bei Südwinden zu dem höchsten bei Nordwinden fortgehe; ob diese Progression auf der östlichen und westlichen Seite gleich sei; ob sie verschieden sei für verschieden gelegene Orte; ob die Differenzen der Stände bei verschiedenen Winden nach den Monaten verän-

*) Vorgelesen den 18. Mai 1819.

derlich seien. Diese Fragen zu beantworten, habe ich fünf Jahre der Beguelinschen metereologischen Beobachtungen von Berlin berechnet, wie sie sich in den Manheimer Ephemeriden befinden, und die ganze Wind-Rose, so wie ich es in den Beobachtungen vorfand, in acht Theile getheilt. Die Resultate dieser Arbeit habe ich in einer Klassen-Sitzung vorgelegt. Es fand sich, nach gehöriger Correction, dafs der mittlere Barometerstand in Berlin

bei Nordostwind sei - - - - - - 336. 62 Linien,
bei Südwind - - - - - - - - - 333. 06 —
Daher ein Unterschied von - - - 3. 56 Linien.

Sehr viel langsamer erhebt sich die Barometerhöhe von Westen her bis zum höchsten Punkt, bleibt dann lange in der Gegend des Culminationspunktes, und sinkt nun schnell wieder auf der Ostseite gegen Süden herab. Trägt man die jedem einzelnen Winde zukommende Barometerhöhe auf eine Wind-Rose, und sucht nun die allgemeine mittlere Barometerhöhe, so läfst sich diese zwischen den Winden auf der Rose eintragen, und man kommt zu dem sonderbaren Ausdruck, dafs man die mittlere Barometerhöhe eines Ortes nach ihrer Richtung gegen die Erdpole angeben kann. So läuft die mittlere Barometerhöhe von Berlin von West 2 Minuten gegen Nordwesten bis Ost 50° 57′ 6 Minuten gegen Südost, oder von West nach Ostsüdost. — Alle jährlichen Veränderungen oscilliren um diese Linie her. Man kann sie daher als eine in der Natur begründete, feststehende ansehen, und ihre genaue Bestimmung und Erforschung gehört dann offenbar zu den meteorologischen Elementen, welche uns obliegt, für jeden Ort unserer Erdfläche eben so gut zu bestimmen, als wir es in Hinsicht seiner Breite, Länge und Erhebung über die See für nothwendig halten.

Wären nur allein südliche (warme) Winde die deprimirenden, Nordwinde die erhebenden, wie man es allenfalls im grofsen Ocean wohl erwarten könnte, so würde die mittlere Barometerhöhe unmittelbar von Ost nach West laufen und die Wind-Rose in zwei gleiche Hälften zertheilen, wenn nicht auch schon hierauf die Axen-Umdrehung der Erde ihren Einfluſs äufsern möchte, durch welche Südwinde zu Südwest-, nordliche zu Nordostwinden verändert werden.

Aber die Winde sind durch die Lage und Erhebung der Continente noch weit mannigfaltiger modificirt, weil sie, wenn sie auch höhere Breiten erreichen, über Meeren doch weniger ihre Temperatur verändern, als

wenn

wenn sie über grofse Länderstrecken weggehen, welche sich nur langsam von der Erkältung des Winters zur gröfseren Erwärmung im Sommer heraufheben. Die deprimirende Hälfte der Wind-Rose würde sich daher aus den südlichen und den Meerwinden zusammensetzen, und man könnte vielleicht dahin kommen, durch einen einfachen Ausdruck, durch eine Linie auf der Wind-Rose die Natur des Clima eines Ortes zu bestimmen, in wie weit es sich mehr der Natur eines See- oder eines Continental-Clima nähere; eine Bestimmung, welche auch für das praktische Leben so wichtig ist, weil sie im Voraus angiebt, welche Früchte man ziehen, welche Büsche und Bäume man dem Winter ohne Schaden aussetzen dürfe. — Dann auch hätte man blofs in der Ansicht dieser Directionslinie der mittleren Barometerhöhe in verschiedenen Zeiträumen ein Maafs, zu erfahren, ob die Zone des See-Clima sich, wie es in einem grofsen Theile von Europa jetzt wirklich scheint, in der Breite über die Continente ausdehne, oder sich wieder zusammenziehe.

Ich habe daher gesucht mehrere Orte, einige eines ausgezeichneten See-Clima, andere ganz und tief in der Zone des Continental-Clima versenkt, auf ähnliche Art als Berlin zu berechnen, und dann die Directionslinien ihrer mittleren Barometerhöhen mit einander zu vergleichen. Dies hat aber mehr Schwierigkeit, als man Anfangs glauben sollte. — Eine der hauptsächlichsten liegt in der Natur selbst. Wenn der Nordwind lange geweht hat, so wird die Atmosphäre schwer, und das Barometer vielleicht viel höher stehen, als es dem mittleren Stande dieses Windes zukommt. Es erscheinen nun plötzlich südliche Winde und ziehen das Barometer wieder herab. Die grofse Höhe, welche diese Winde vorfinden, kommt ihnen nicht zu; man findet sie aber doch in den Beobachtungen ihnen zugeschrieben, und mit Recht: denn wann soll man anfangen zu glauben, dafs der Südwind nun ohne eine ihm fremde Modification wirke? Etwa von der mittleren Barometerhöhe an? Aber leicht möglich, dafs er wieder vertrieben wird, ehe er das Barometer zur mittleren Höhe herabgebracht hat. Der Einfluss, den er gehabt hat, würde daher ganz verloren gehen. Dann wieder, und dies ist vielleicht für schnelle Auffindung der Resultate noch unangenehmer, weht ein gewöhnlich deprimirender oder erhebender Wind nur wenige Hundert Fufs hoch, welche keinen bedeutenden Einfluss auf die Atmosphäre auszuüben vermögen; vielleicht sind es nur zurückkehrende Winde, in grofsen Wirbeln, welche stets an den Gränzen vorhanden sind, an wel-

chen die deprimirende Zone gegen den Pol herauf der erhebenden, welche vom Norden herab kommt, begegnet, und die sich über ganze Provinzen ausdehnen können. Dann wird in der That ein Nordostwind das Barometer nieder zu ziehen, ein Südwest es zu erheben scheinen. Vergleichungen mit correspondirenden Beobachtungen über einen gröfseren Theil der Erdfläche, zu denen die Manheimer Ephemeriden so trefflich Gelegenheit geben, zeigen, welche Windes-Richtung eigentlich die herrschende war. Ich habe von dieser Erscheinung in meinem Aufsatz von den Veränderungen des Barometers zu Berlin mehrere auffallende Beispiele gegeben. In den Beobachtungsreihen mufs jedoch offenbar die niedrige Höhe dem Nordostwinde, die grofse dem Südwestwinde beigesetzt werden. Ueber solche Anomalien wird man nur Herr durch Ziehung der Mittel aus einer grofsen Reihe von Beobachtungen; aber dann auch ziemlich gewifs: das Gesetz der Natur tritt am Ende nothwendig aus der Menge der von allen Seiten umherliegenden störenden Einflüsse hervor; und in der That ist es der Bewunderung werth, wie regelmäfsige Veränderungen von einer Kleinheit, wie wir sie auf unsern Instrumenten, wären sie uns auch ganz rein gegeben, kaum und nur mit grofser Mühe beobachten könnten, durch die Mittel aus einer grofsen Zahl auch nur sehr oberflächlich angestellter Beobachtungen mit der gröfsten Klarheit hervortreten. — Wer möchte es z. B. unternehmen, tägliche Veränderungen von einem Zehntheil oder gar von dem zwanzigsten Theile einer Linie unmittelbar zu beobachten. Die Mittel vieler Beobachtungen geben doch auch diese Veränderungen ganz deutlich, und um so schneller, je sorgfältiger man beobachtet hat.

Eine andere und sehr bedeutende Schwierigkeit, zu barometrischen Resultaten zu gelangen, liegt in der Art, und in der wenigen Sorgfalt, mit welcher so häufig die barometrischen Beobachtungen angestellt werden. Man glaubt immer noch, dafs man die Freiheit habe, sich die Stunden der Beobachtung nach Gefallen zu erwählen, ungeachtet schon seit mehr als dreifsig Jahren Chiminello und Planer gezeigt haben, wie genau auch in höheren Breiten die Stunden der täglichen gröfsten und kleinsten Höhen des Barometers bestimmt sind; nämlich zehn oder elf Uhr Vormittags für die gröfste Erhebung, vier Uhr Nachmittags für den niedrigsten Stand. Da es keine Ursache giebt, eine Stunde vor der andern zu erwählen, wenn man die Wirkung der Winde aufsuchen will, so sind es offenbar diese Stunden der täglichen Extreme, welche man zur Beobachtung aussuchen mufs. Sonst wird unnöthig mit den Wirkungen der Winde vermengt, was der täg-

lichen Veränderung zukommt. — Aerger aber ist, dafs man die Barometerbeobachtungen nicht auf einerlei Temperatur reducirt; man hat sogar wohl zuweilen gemeint, eine solche Correction sey überflüssig und unnöthig. Wie wenig sie es jedoch sey, ja wie unumgänglich nothwendig, geht daraus hervor, dafs der Mittelstand des Barometers aus uncorrigirten Beobachtungen an demselben Orte für verschiedene Jahre wohl bis auf zwei Linien abweichen kann. Sind die Beobachtungen hingegen corrigirt, so wird man für jedes Jahr dieselbe mittlere Barometerhöhe oft bis zu Hunderttheilen einer Linie gleich finden, und fast nie über wenige Zehntheile einer Linie verschieden.

Die Manheimer Ephemeriden enthalten Beobachtungsreihen von Petersburg und von Moskau. Beides zwei Continental-Oerter, deren barometrische Wind-Rose, mit der Berliner verglichen, gar sonderbare Resultate verspricht. Allein die Beobachtungen sind nicht corrigirt, daher gänzlich unbrauchbar. Das Barometer steht an diesen Orten im Sommer in einer Temperatur, welche allein schon die Quecksilbersäule wahrscheinlich um die ganze Differenz zwischen dem mittleren Stande bei Nord- und Südwind erhebt, wenn man sie mit derjenigen vergleicht, in welcher das Barometer den Winter hindurch zu stehen pflegt. Ich habe daher mich nach einer besser bestimmten Beobachtungsreihe eines Continental-Ortes umsehen müssen, und ihn nicht eher als in Ofen gefunden, leider schon in 47° 29′, daher schon 5° 4′ südlicher als Berlin, dafür aber auch in einem ausgezeichneten Continental-Clima.

Zur Bestimmung des See-Clima habe ich die Beobachtungen von Middelburgh in Seeland berechnet in 51° 31′, auf welches das vorliegende England und Irland wohl schon etwas, aber doch nicht so viel wirkt, um nicht manche Eigenheiten der Seelage deutlich bemerken zu lassen. Von beiden Orten habe ich die Wind-Rosen für dieselbe Jahresreihe gezeichnet, wie für die Berliner; und über beide werde ich mir jetzt einige Anmerkungen erlauben.

Es ist ganz auffallend, wie hoch in Middelburgh die Linie der mittleren Barometerhöhe gegen Nordwest heraufgeht, so sehr, dafs es wohl Jahre giebt, in welchen diese Linie den Nordwestpunkt fast völlig erreicht. Das ist also die deprimirende Wirkung der Meerwinde, welche hier derjenigen der südlichen Winde zutritt. Allein schnell geht diese Wirkung in die erhebende des Nordwindes über, und fällt noch viel schneller zwischen Ost und Südost wieder herunter. — Wenn in Berlin die nordliche Hälfte der

Rose bei Weitem an Inhalt die südliche übertrifft, so ist in Middelburgh im Gegentheil die südliche gröfser. Es giebt der erhebenden Winde nicht so viele, der deprimirenden mehr. — Es ist der Atmosphäre über dem Meere eigen, viel gröfseren Veränderungen unterworfen zu seyn, als über Orten, welche in gleichem Breitengrade auf dem Continent liegen. In Berlin stieg die Differenz zwischen den nordlichen und südlichen Winden zu 5. 56 Linien. In Middelburgh treibt aber der Nordwind das Barometer

auf 338. 06 Linien.

Der Südwind zieht es herunter bis 333. 93 —

Unterschied 4. 13 Linien.

Das bestätigt sich wieder in den Veränderungen der einzelnen Monate:

| | Jan. | Febr. | März. | April. | Mai. | Juni. | Juli. | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Middelburgh | 16.52 | 18.45 | 13.8 | 12.37 | 10.08 | 8.95 | 8.58 | 9.12 | 13.32 | 11.5 | 15.36 | 16.15 |
| Berlin | 16.48 | 15.45 | 13 9 | 11.16 | 9.48 | 7.64 | 7.94 | 7.34 | 11.28 | 11.04 | 14.4 | 14.22 |
| Ofen | 13.84 | 10.64 | 11.4 | 9.2 | 7.02 | 5.64 | 4.68 | 5.92 | 8.12 | 6.54 | 11.34 | 13.14 |

Man würde also aus der Curve der Barometerveränderungen, welche fast in allen Theilen höher liegt als die Berliner, leicht glauben können, Middelburgh läge nordlicher als Berlin, da es doch südlicher liegt. Dafür ist aber auch die Curve viel regelmäfsiger, und nicht so spitz in ihren unteren Theilen, als es bei einem nordlicher gelegenen Orte der Fall seyn würde. Sehr viele kleine Schwankungen, welche das Barometer in Continent-Orten im Winter in fast fortwährendem Zittern erhalten, sind am Meere wenig oder kaum merklich; es sind grofse Wellen, die sich gegenseitig vertreiben; vielleicht ohne von den zurückkehrenden wirbelnden Winden (*vents de remous*) gestört zu werden, welche auf dem festen Lande so unregelmäfsige Bewegungen des Barometers hervorbringen.

Wie sehr anders ist dagegen die barometrische Wind-Rose von Ofen! Wie klein sind überhaupt die Veränderungen!

330. 62 im höchsten mittleren Stande,
328. 27 im tiefsten;

welches nur 1. 35 Linien Unterschied ist.

Und höchst auffallend giebt es hier vier Linien der mittleren Barometerhöhe. Nicht blofs geht die eine von Westnordwest gegen Südsüdost, sondern es erscheint ein neuer Depressions-Abschnitt in Osten. Eben so merkwürdig gehört die gröfste Erhebung nicht einem der nordlichen, sondern dem Südostwinde; wofür es auch wahrscheinlich geschieht, dafs

die gröfste Depression nicht in Süden, sondern völlig in Südwesten geschieht. Läge hier ein bedeutendes Meer nicht fern in Osten, so hätte die Linie der mittleren Barometerhöhe fast völlig in Norden heraufgehen können. — West und Nordwest sind auf dieser Rose so wenig verschieden, dafs die Mittellinie fortwährend zwischen beiden Punkten schwankt, und selbst der Nord erhebt sich gar wenig über den Nordwest. Man sieht, deprimirende Meerwinde wirken hier nicht, sondern allein die wärmeren Winde niederer Breiten. Was aber die bedeutende Erhöhung in Südost, die Erniedrigung in Osten verursacht, das zu erörtern, würde eine genauere Kenntnifs des Landes und der Gebirge erfordern, als wir sie besitzen. Wahrscheinlich geben hinter einander fortliegende Reihen von Gebirgen dem Südostwinde seinen eigenthümlichen Charakter. Dagegen mag die ungeheure wassergleiche Ebene zwischen der Theifs und der Donau, welche der Stadt Ofen in Osten vorliegt, durch ihre Erwärmung deprimirend auf das Barometer wirken. Flinders, in einem Aufsatz über die Bewegungen des Barometers an den Küsten von Neu-Holland, hat durch Beobachtungen gezeigt, wie aufser den Tropen die von dem festen Lande wehenden warmen Winde stets die deprimirenden waren; sie kamen von ausgedehnten erwärmten Flächen her, so sehr, dafs bei dem Fallen des Barometers man den nahen Eintritt des Landwindes mit Gewifsheit voraussagen konnte. So mag es auch in Osten von Ofen seyn. Immer ist es sichtlich, dafs die nordliche Halbkugel hier einen gröfseren Einfluss hat als die südliche; der geringe Abschnitt in Osten ersetzt nicht, was die Linie der mittleren Barometerhöhe in Süden herabgedrückt ist. Es giebt das Bild des Clima eines Ortes, welcher den die Temperaturen ausgleichenden Meerwinden entrückt ist. Das vermögen wir auch recht ausführlich und in den mannigfaltigsten Verhältnissen durch die scharfsinnigen und genauen Beobachtungen des trefflichen Wahlenberg zu erläutern, bei dem, wie so vieles andere, auch diese Ansichten recht klar und gründlich entwickelt sind. — Man ist es gewohnt, sich Ungarn als ein warmes Land zu denken, beinahe Italien gleich, da es feurige Weine und treffliche Früchte hervorbringt; man wundert sich über die Veränderung des Clima seit Ovid's Zeiten, in welchen die Donau bis gegen das Meer gefroren war, und meint, so etwas sey doch jetzt im Tokaier Lande nicht denkbar. Im Grunde aber erwähnt man in Ungarn nur das bessere Clima, nie den Winter, fast eben so, wie man bei Sibirien sich nur der kalten Winter erinnert, nicht der warmen Sommer,

welche Pflanzen hervorbringen, wie unser Clima sie nicht erzeugt. Aber Wahlenberg hat aus täglichen Extremen der von Pasquich angestellten Ofener Beobachtungen die mittlere Temperatur für diesen Ort gesucht, und findet zwar wohl für mittlere Temperatur des ganzen Jahres 8. 48 Grad Reaumür, das ist völlig 2. 4 Grad mehr, als es Herrn Tralles Beobachtungen für Berlin ergeben; allein die mittlere Temperatur des Januar ist nur — 2 Grad R., ja die letzte Hälfte des Januar nur — 4 Grad R., wenn dagegen in Berlin des Januars Temperatur — 1. 75 Grad R. ist. Der Winter in Ofen ist daher um Vieles kälter als der Berliner, und das bis in den April fort. Auch finde ich in den Manheimer Ephemeriden, dafs die Donau im December fast jedes Jahr bis zum Ueberfahren gefroren ist, und so zum wenigsten vierzehn Tage, vielleicht einen Monat lang fort. Bei dieser Wärme des Sommers und Kälte des Winters begreift man es wohl, wie hier keine immergrünen Büsche, und so manche Bäume, welche ihr Laub den ganzen Winter durch erhalten, der Epheu, die Stech-Palme (*Ilex Aquifolium*), der *Ilex. Rhododendrum ponticum*, noch weniger Lorbeeren und Myrthen ausdauern können. Was aber dagegen ein warmer Sommer von 17. 6 Grad R. Mittel-Temperatur im August, wenn Berlins Sommer in diesem Monat nur 13. 5, vier Grad weniger erreicht, was ein solcher Sommer vom April bis zu Ende Oktobers auf Hervorbringung geistreicher Weine und mannigfaltiger jähriger, spätblühender Gewächse und spätreifender Früchte bewirken könne, dazu bedarf es keiner grofsen Auseinandersetzung. Sogar alle sonderbaren Anomalien der Carpathischen Gebirge, welche Wahlenberg mit so viel Umsicht als Genauigkeit aufgezeichnet hat, scheinen sich aus der eigenthümlichen Natur dieser Continental-Curve der Temperatur herleiten zu lassen. Die Baumgränze bleibt hier tiefer unter den Bergen zurück, als in der Schweiz, weil ihnen der kältere Winter das Aufsteigen nicht erlaubt. Dagegen steigt die Schneegränze sehr hoch, weil sie nur von der Wärme des Sommers, nicht von der Kälte des Winters abhängig ist. — Daher ist auch hier eine Veränderung des Clima gegen vorige Zeiten zum wenigsten nicht erwiesen. Könnte aber eine solche Veränderung im Laufe der Zeiten erfolgen, so würde die barometrische Wind-Rose in diesen verschiedenen Zeiten sogleich angeben, von woher man die Ursachen dieser Veränderungen zu suchen habe, welche Winde mehr oder weniger deprimirend, welche erhöhend geworden, und auf welche Art sich demzufolge die Richtungs-Linie der mittleren Barometerhöhe verändert hat.

Ueber

# einige Berge der Trappformation in der Gegend von Grätz.

Von Herrn von Buch *).

Seit der Entdeckung der nothwendigen Verbindung des Trachyts mit den Vulcanen, wie sie nur aus ihm hervorwirken, und wie die meisten ihrer Produkte als aus dem Trachyt entstanden gezeigt werden können, seitdem man dann ferner angefangen hat einzusehen, auf welche Art Trachyt und basaltische Gesteine von einander abhängen, dann wie grofs die Analogie zwischen Basalt und Porphyr ist, endlich wie mächtig diese in das Wesen aller übrigen Gebirgsarten eingreifen, ist jede Erfahrung, welche uns den Trachyt, seine mineralogischen wie seine geognostischen Verhältnisse näher bekannt macht, eine Bereicherung unserer geognostischen Kenntnisse, welche sich über die ganze Gebirgslehre verbreitet.

In dieser Hinsicht kann man wohl das Auffinden dieser merkwürdigen Gebirgsart in den südlichen Theilen von Deutschland als eine Entdekkung ansehen; um so mehr da man bisher, so reich und mannigfaltig Deutschland auch sonst in seinen Gebirgsarten seyn mag, den Trachyt nur im Siebengebirge bei Bonn gekannt hat. Diese Entdeckung gebührt dem Dr. Mathias Ancker, jetzigem Director des Johanneum zu Grätz. Bei seiner Untersuchung der Lagerstätte der ungeheuren Köpfe von Olivin, welche man aus dieser Gegend seit längerer Zeit in vielen

*) Vorgelesen den 17. November 1819.

Cabinetten von Deutschland sieht, entging seiner Aufmerksamkeit auch dieser Berg nicht, und er machte ihn den nach Grätz kommenden Naturforschern als einen höchst merkwürdigen Porphyrberg bekannt. Oeffentlich ist aber darüber, so viel ich weifs, noch niemals etwas erschienen.

Diese Berge liegen ungefähr 7 Meilen östlich von Grätz an der ungarischen Gränze, gröfstentheils zwischen den kleinen Städten Feldbach und Radkersburg. Wenn man sie von Grätz aus besucht, kommt man zwar oft durch Thäler, deren Abhänge sich ziemlich steil sechshundert auch bis achthundert Fufs erheben, aber dessen ungeachtet ist anstehendes Gestein in dieser Gegend so gänzlich verschwunden, dafs nicht einmal Geschiebe eine Wahrscheinlichkeit über die ersten festen Schichten begründen können. Grätz liegt nämlich in der Mitte einer grofsen Gabel, in welcher das Alpengebirge sich oberhalb Obdach zertheilt. Der Gneufs, welcher hier die innere Kette des Gebirges bildet, zieht sich mit diesen Aermen nordwärts nach Oedenburg, südwärts durch Schwanberger, Pacher Alpen und das Matzel Gebirg nach Croatien. Am Fufse des Gneufsgebirges erscheint Thonschiefer, und über diesem in ziemlich bedeutenden Bergen feinkörniger weifser Kalkstein. Auch diese Gebirgsarten verlieren sich bei Grätz, und nun ist für viele Meilen durchaus nichts mehr sichtbar, als eine ungeheure Masse von Gerüll, von grofsen Geschieben über einander, welche aus allen den Gesteinen bestehen, die man in dem höheren Gebirge, welches die Muhr durchlaufen und begränzt hat, wieder anstehend findet, nicht aber in den nächsten Bergen aus festem Gestein um diese Gerüllhügel her.

Aus solchem Gerüll steigen unmittelbar die Gleichenberge hervor. Ihre Höhe, ihre kegelförmige Gestalt macht sie schon von weitem her bemerklich, und lange glaubt man nur einen Berg mit zwei Spitzen zu sehen. Kommt man ihnen näher, von Feldbach her, so eröffnet sich die Spalte, welche beide Berge zertheilt, und Felsen stehen nun nahe gegenüber zu beiden Seiten am Wege. Der westliche dieser Berge trägt eine alte, noch jetzt erhaltene und bewohnte Burg, der östliche dagegen ist überall bekannt wegen eines trefflichen Mühlsteinbruchs an seinem südlichen Abhange. — Am Fufse, ehe man die Spalte erreicht, erscheint ein blendend weifses Gestein anstehend, das sich weit umher zu verbreiten scheint. Die Hauptmasse ist fast zerreiblich, aber trocken und rauh, voller eckigen

eckigen Hölungen und Blasen, welche zum Theil die eingewickelten Krystalle begleiten. Diese Krystalle sind in Menge dünne, glasige, glänzende Feldspathe, sehr viele kleine, schwarze, scharf umgränzte Glimmersechsecke, und auch nicht selten muschlige, glänzende Körner, welche man beim ersten Anblick für Quarz zu halten möchte geneigt seyn, da sie in keiner Richtung den blättrigen Bruch des Feldspaths verrathen; — wenn man nicht mit einiger Aufmerksamkeit sich überzeugen müste, dafs dies Muschlige nicht Bruch, sondern Glasur der Oberfläche scheint. Eine starke Loupe liefs sogar kleine Luftblasen unter dieser Oberfläche erkennen, so dafs die muschligen Körner gar sehr mit der Perle übereinkommen, zu welcher sich der Feldspath vor dem Löthrohr verändert. — Gewifs wird Niemand in diesem Gestein den Trachyt verkennen; der glasige Feldspath, der frische und häufige und scharf begrenzte Glimmer caracterisiren ihn gar sehr; aber es ist gebleichter Trachyt, wie ihn auf Ischia die Wirkung der Schwefeldämpfe noch täglich hervorbringt.

Solche Wirkung von Dämpfen verräth nur die äufsere Umgebung. Geht man in die Spalte hinein, welche man die Clam nennt, so dringt man in der That in das Innere des Berges. Die Masse wird fester, bestimmter und dunkler gefärbt; die glasigen Feldspathe treten um so schöner und deutlicher hervor, und eben so die kleinen Glimmerkrystalle, mit dem Glanz und der Frische, wie sie dem Trachyt zukommen. Doch ist auch noch hier bis weit hinein gar oft eine Glasur, eine Schmelzung an der Oberfläche vieler Feldspathkrystalle sehr deutlich zu erkennen. — Von Quarz als Gemengtheil ist nie eine Spur sichtbar, aber auch Hornblende hat man bisher noch nicht darinnen gefunden. Ganz in der Mitte der Clam, die kaum eine Viertelmeile breit seyn wird, erscheint nicht selten die Hauptmasse so dunkel bräunlichroth, dafs sie an Tyroler und Cärnthner Porphyre erinnern würde, wenn nicht mit zunehmender Intensität der Farbe die Feldspathkrystalle unbestimmter würden, statt dafs in den rothen Porphyren auch die Krystalle etwas von dieser Farbe annehmen, doch aber stets durch ihre Form sich deutlich vom Grunde absondern.

Man glaubt oft Schichten zu sehen, die von unten zum Gipfel heraufsteigen; aber irgend eine Bestimmtheit verräth sich nicht, es sei denn die Ueberzeugung, dafs hier zuverlässig nichts söhliges liegt. Klüfte durchziehen zuweilen die Massen, mehrere Zoll mächtig, aber sie sind nicht fortsetzend; sie sind mit braunem, wenig glänzendem Halbopal ausgefüllt, der

leicht herausfällt, und von dem eben deswegen bis jenseit der Mündung der Clam grofse und treffliche Stücke umherliegen. Auch schlackige Stücke sind zwischen den Blöcken nicht selten; ob von oben, von der äufseren Umgebung, oder aus der Mitte im Innern, habe ich nicht beobachten können. — Das ist die Zusammensetzung dieser Berge, die in der That nur einen ausmachen, bis zum Gipfel herauf. Sie mögen 800 Fufs aus dem Thale heraufsteigen, etwa 1200 Fufs über das grofse Thal der Raab und ohngefähr 2200 Fufs über das Meer. Schwerlich wird man ihren gemeinschaftlichen Fufs in einer Stunde umgehen. Auf der Südseite dringt ein enges Thal bis weit in den ostlichen Berg hinein, und eröffnet ihn tiefer, als man ihn selbst in der Clam sieht; offenbar ebenfalls eine Spalte, welche nur nicht die ganze Breite des Berges durchschneidet. An seiner Mündung quillt ein sehr starkes mineralisches Wasser, das Johannisbadwasser, aus den Trachytblöcken hervor mit 13. 8 R. Temperatur. Da erscheint die Gebirgsart in der Enge durchaus fest und frisch, und liegt in mächtigen Blöcken umher, die wild über einander gelegt sind, als hätte man ein Thal im höheren Granitgebirge betreten. Steigt man aber aus diesem Thale herauf, ziemlich steil dem Gipfel des Berges zu, so erreicht man bald die weit aufgeschlossenen Mühlsteinbrüche, nicht im Trachyt, sondern in grobkörnigem, weifsem Sandstein, dem Quadersandstein sehr ähnlich. Der Sandstein liegt in söhligen Schichten, enthält ausser den Quarzkörnern, welches die häufigsten sind, noch sehr viel weifse Feldspathflecken, und gar nicht selten Reste, wohl bis Fufslang, in denen man ehemaliges Holz nicht zu verkennen glaubt. Und, was sehr merkwürdig, und in anderen ähnlichen Sandsteinen noch bisher nicht gesehn worden ist, auch Schlackenstücke, faustgrofs, stecken in diesen Sandsteinen. Die Reste von glasigem Feldspath darinnen lassen keinen Zweifel, dafs sie dem Trachyt ihre Entstehung verdanken. Dieser Sandstein liegt durchaus nur am steilen Abhang des Berges; er ist von wenig hundert Schritte Erstreckung, vielleicht nicht zwanzig Lachter hoch, und erscheint nicht wieder, weder in den Thälern, noch höher am Berge. Man mufs bei so sonderbarer Lagerung wohl glauben, dafs seine Bildung ganz von der dieses einzelnen Trachytberges abhängig ist. Die vielen Feldspathflecken darinnen deuten auf Entstehung aus zertrümmertem Granit.

Das hätte ein Vulcan werden sollen; es ist das Gestein, aus welchem die Vulcane hervor wirken, und es ist auch die Form. So isolirt, so un-

regelmäfsig im Innern, deutet auf eine Erhebung aus dem Innern herauf; die Clam und das Thal des Johannisbad auf Zerspaltung bei der Erhebung; aber die Clam ist doch kein Crater geworden; die vulcanischen Kräfte sind in Unthätigkeit geblieben, wohl wahrscheinlich weil der Erreger, das Wasser, entweder gar nicht, oder nicht in gehöriger Menge bis zu ihnen vordringen kann. — Die Sandsteinmasse am Abhang würde dann nicht dort abgesetzt worden, sondern mit dem Berge aus dem Boden erhoben seyn.

Vergebens sucht man einen ähnlich gebildeten Berg unter allen den sonderbar steil und auffallend hervortretenden Kegeln, von denen man sich in diesem Theile von Steyermark bis in weiter Ferne umgeben sieht. Der Trachyt erscheint nirgends wieder; dagegen Olivin fast überall in den sonderbaren Gesteinen, aus welchen diese Berge gebildet sind. — Olivin aber und Feldspath, welcher dem Trachyt so wesentlich ist, haben sich noch nirgends vereinigen wollen.

Ostwärts vom Gleichenberg, eine kleine Meile entfernt, liegt der Kapfenstein; gleich hoch und gleich sichtbar, aber steiler und mit einem breiten Plateau auf dem Gipfel. Von daher kamen alle Olivinmassen, die in so viele Cabinette vertheilt worden sind, in solcher Riesengröfse, wie sie kaum noch an andern Orten sind gefunden worden. Das Gestein, das sie umschliefst, ist nicht fest, sondern ein basaltisches Conglomerat, von blasigen, eckigen Stücken, mit vielen eckigen leeren Zwischenräumen, gar täuschend den Conglomeraten gleich, welche in basaltischen Inseln so oft mit Basalt und Mandelstein wechseln.

Nicht blofs der Olivin liegt darinnen isolirt, von allem festen Gestein getrennt, sondern auch eben so häufig, wenn auch nicht gleich grofs, gar schöne Krystalle von basaltischer Hornblende. Dann auch noch ganz ansehnliche Stücke von schwarzem, dichtem, schwerem Basalt, in dem ebenfalls Olivin vorkommt, allein weder in so ansehnlichen Massen, noch in so runden Kugeln, als die sind, welche isolirt im Conglomerat liegen. Endlich und nicht selten sieht man Stücke darinnen von kleinkörnigem Granit, so wie man solchen Granit durchaus in den vielen Geschieben, welche den Fufs dieser Berge umgeben, nicht findet. Der Feldspath darinnen ist weifs, nicht glasig, nicht durchsichtig, der Glimmer in isolirten schwarzen Blättchen. An vielen Orten treten zu allen diesen noch eine Menge Quarzgeschiebe, wie in Sandsteinen, doch nicht überall, daher wahrscheinlich nur

in den äufseren Schichten. — Dies Conglomerat scheint durchaus von gar wenigem Zusammenhalt; es ist nirgends fest genug, um es als Baustein zu benutzen, oder überhaupt nur zu brechen; ja häufig zerfällt es bei sehr mäfsigen Schlägen zu Staub. Wer hätte sich vorstellen sollen, dafs solche Masse isolirte, weit über die Fläche erhobene Berge bilden solle, von so steil aufsteigenden Abhängen, dafs man die Schlösser auf dem oberen Plateau gewöhnlich nur auf hinaufführenden Treppen erreicht! — In solchem scheinbar angeschwemmten Gestein sucht man nach Schichtung, und wohl häufig ist auch etwas dem ähnliches zu beobachten. Aber die Schichten, zum wenigsten am Kapfenstein, stehen fast senkrecht, und ziehen sich in dieser Lage fast durch die ganze Länge des Berges hin. Etwas Festeres sieht man weder hier, noch an der nordwärts der Raab noch viel steiler und höher aufsteigenden Riegersburg, welche sonst in Hinsicht der Gebirgsart des Berges mit dem Kapfenstein völlig übereinkommt. Eben so wenig erscheint das festere Gestein unter oder über den Conglomeraten des Stradtnerkogels südlich von Gleichenberg, oder an den Bergen aus diesem Gestein, bei Poppendorf, Waxenegg bei Fehring, bei St. Anna oder bei Feldbach. Aber der südlichste und letzte von allen diesen Bergen, der Kogel von Klech über Radkersburg, scheint über so auffallende Lagerung einigen Aufschlufs zu geben, Dort geht, wie im Gleichenberge, ein tiefes Thal, eine Spalte in das Innere des Conglomeratberges, und in dieser Spalte erscheint fester Basalt anstehend. Er ist dicht und schwer, nicht körnig, enthält kleine Olivinkörner in Menge, aber kaum Hornblende oder Augith. Grofse Blöcke liegen davon im Thale umher. Weiter hinauf wird der Basalt blasig, zuletzt ganz zellig und schwammig. In solchen ganz zelligen Stücken hat Herr Ancker Granitstücke eingewickelt gefunden. Nun erst scheint das Conglomerat zu folgen, an den Seiten und drüber.

So sind also diese Berge wieder nichts anders, als Ausgehende von basaltischen Gängen, welche die Trümmer vor sich her und heraufschieben, und sie nöthigen auch Stücke von den Gebirgsarten zu umwikkeln, welche sie durchbrechen. Es ist daher wohl zu vermuthen, dafs jeder dieser basaltischen Conglomeratberge in seinem Innern einen festen Kern, einen Gang von Basalt enthalte; und es ist aus den vielen umwickelten Granitstücken recht wahrscheinlich, dafs Granit hier unter dem Gerüll

anstehen und durchbrochen seyn möge. Auch steigen Trachytberge gewöhnlich aus dem Innern des Granits hervor.

Ganz ähnliche Verhältnisse, die sich gegenseitig erläutern, beobachtet man in der Nähe von Cassel. Nicht weit von der Straſse nach Hof-Geismar, bei dem Dorf Ober-Wollmar, erhebt sich ein lang gezogener Basaltberg über den rothen Sandstein, der hier unter dem Kalkstein hervorgetreten ist. Gegen Westen des steilen Berges hat man durch einen groſsen Steinbruch sein ganzes Innere entblöſst, und da sieht man einen vollständigen Durchschnitt seiner innern Zusammensetzung. In der Mitte erscheint der Basalt ganz dicht, mit wenig eingemengtem Olivin, in unregelmäſsigen Tafeln, welche senkrecht herabzugehen scheinen. Dann neigen sich groſse Schaalen-Schichten darüber, welche die Basalttafeln fast gänzlich umfassen, von Breccia, wie sie an Casseler Basaltbergen so häufig ist, theils aus Basaltstücken selbst, theils aus lockeren, kleinen, porösen, schwammigen Massen. Nun folgt in gleichförmiger Lagerung um den Basalt eine Schicht, welche nur aus Stücken des Sandsteinschiefers besteht, der unten am Fuſse ansteht; diese unregelmäſsig durcheinander liegenden Stücke sind bläulichgrau, häufig fast splittrig im Bruch, und enthalten nicht selten kleine graue ovale Schlackenstücke, welche im Schiefer eine weiſse Atmosphäre hinter sich herziehen. — Nach dieser Schicht folgt wieder eine von Basaltstücken, welche den äuſseren Umfang des Berges bildet, und wahrscheinlich in die Tiefe hineingeht. — Weiter in Westen gegen Zierenberg erhebt sich der hohe und steile Dürrenberg. So steil und felsig er auch in Süden und Osten erscheinen mag, so sieht man an diesen Seiten durchaus kein anderes Gestein, als die wenig feste basaltische und schlackige Breccia. Nur erst am Gipfel erscheint der feste Basalt; — ganz gewiſs wieder, eben wie am Berge bei Ober-Wollmar, nicht auf der Breccia, sondern aus dem Innern hervor. Hier ist es also deutlich und aufgeschlossen, wie der Basalt von der Breccia umgeben wird, und die Schicht aus Sandsteinstücken dazwischen, die abgerissene und mitgeführte Stücke der untenliegenden Gebirgsart sind, zeigt unmittelbar, daſs Erhebung durch die Gebirgsarten der Oberfläche sie in diese fast senkrechte Lage gebracht, und sie genöthigt hat, über die Oberfläche so steile Wände zu bilden, wie sie sonst ihrer geringen Festigkeit gar nicht zukommen. Daſs am Habichtswald, am Weiſsenstein groſse Olivinkugeln in diesen umgebenden Conglomeraten eingewickelt sind, wie am

Kapfenstein, ist allgemein bekannt, und auf den Treppen des Weifsensteins sichtlich genug. — Sonderbar ist es wohl, dafs so grofse Massen nur isolirt vorkommen, und soviel ich weifs, nicht in dem festen Basalt. Auch enthält der sogenannte grobkörnige Basalt bei weitem gröfsere Olivinmassen, als der ganz dichte, und diese Olivine sind selbst nicht anders, als eine körnige Zusammenhäufung von Krystallen, mit Krystallen von Augith dazwischen. Ich würde daher sehr geneigt seyn, zu glauben, der Olivin habe sich bei der Zertrümmerung, welche aus dem festen Basalt die Breccia bildet, durch Schwere oder andere Ursachen vereinigt, und sich zu Kugeln geballt. Dann wird es auch begreiflich, wie so selten Krystallformen sich an den einzelnen Körnern auffinden lassen; es sind nämlich nur Bruchstücke von Krystallen, welche in festem Basalt völlig auskrystallisirt waren.

Die geographische Lage der Steiermärkischen Basaltberge hat etwas sehr Auszeichnendes. Es ist bekannt, dafs in der ganzen Erstreckung des Alpengebirges noch bisher nichts dem Basalt ähnliches ist entdeckt worden. Nun da vor Grätz dies Gebirg auf beiden Seiten ausweicht, bricht sogleich der Basalt hervor, und sogar auch der Trachyt. Und es scheint, dafs mit diesen Bergen eine ganze Reihe von Bergen ähnlicher Art beginne, in Ungarn hinein. Wenigstens behauptet man, dafs alle Vorgebirge in dem Plattensee grofse basaltische Vorgebirge sind, und das bestätigt der schwarze Sand, welcher die Ufer des Sees bedeckt, der nach der mit ihm vorgenommenen Untersuchung in Wien titanhaltiger Eisensand ist, wie aller Sand, der an den Ufern basaltischer Inseln umherliegt.

Auch hat in der That Herr Richard Brigth einige den Steiermärkischen ganz ähnliche Berge von Basalt und von basaltischen Conglomeraten am Plattensee unfern von Keszthely beschrieben. Geolog. Transact. V. I. p. 4.

# Versuche und Bemerkungen
über
# die chemische Analyse schwefelhaltiger Mineralien.

Von Herrn S. F. Hermbstaedt. *)

Es hat mir immer geschienen, als wenn die bisher übliche Methode der Zergliederung schwefelhaltiger Mineralien, rücksichtlich der Genauigkeit ihrer Resultate, noch manches zu wünschen übrig liefse.

Der Grund jener Voraussetzung bestehet darin, dafs man, um eine solche Analyse ganz auf dem nassen Wege zu veranstalten, ohne Hülfe der Salpetersäure, oder (wie bei den Kupfer- und Eisen-Minern) der salpetrigen Salzsäure, nicht zu Stande kommen kann.

Die Salpetersäure wirkt aber hierbei allemal vermöge ihres Gehaltes an Sauerstoff, nicht allein auf den Metallgehalt des Fossils, sondern auch auf den Schwefelgehalt desselben, von welchem dadurch allemal ein kleiner Antheil in Schwefelsäure umgewandelt wird, wodurch also auf Kosten der Bildung dieser Säure, die absolute Masse des Schwefels in der zergliederten Miner vermindert werden mufs.

Jener Umstand mag freilich, aus dem Gesichtspunkte des Hüttenmannes betrachtet, von keinem Belang seyn; dem Chemiker und dem Mineralogen hingegen ist er keinesweges gleichgültig: weil die genaueste Ausmittelung der quantitativen Verhältnisse der bildenden Elemente, in irgend einem natürlichen Erzeugnifs, zur wissenschaftlichen Begründung desselben, die unerläfslichste Strenge seiner chemischen Analyse erfordert.

*) Vorgelesen den 17. December 1818.

Soll aber dieses Erfordernifs erreicht werden, so erfordert sie eine vielseitige Wiederholung schon gemachter Analysen, aus einem von dem gewöhnlichen verschiedenen Gesichtspunkte veranstaltet, wenn man nicht in ein Labyrinth von Täuschungen sich verwickeln will, die jeden geraden Weg versperren.

Vielfältige Beispiele lehren, dafs oft ein und eben dieselbe Miner, von verschiedenen anerkannten Chemikern analysirt, auffallende Abweichungen in den Resultaten, d. i. den quantitativen Verhältnissen ihrer chemischen Elemente, darbietet. Es bedarf daher einer genauern Prüfung dieses Umstandes, um die Ursachen davon zu entwickeln.

Wesentlich anerkennbare Ursachen jener Differenzen bestehen:

1) In der Temperatur, bei welcher die papiernen Filtra vor und nach dem Gebrauche, mit dem darin befindlichen Inhalte getrocknet werden.

2) Der Umstand, ob das Papier, woraus das Filtrum angefertigt war, vor der Anwendung mit schwacher Essigsäure ausgelaugt wurde, um die darin sitzenden Theile von Kalk hinweg zu nehmen, und andere extrahirbare Theile daraus zu trennen.

3) Die Beobachtung einer angemessenen nicht zu hohen und eben so wenig zu niedern Temperatur, beim Austrocknen der Niederschläge, um das Hygroscopische, und beim Ausglühen derselben um das Hydratwasser daraus hinweg zu schaffen, so dafs kein Mischungstheil derselben mit verflüchtiget wird.

Die Ungleichförmigkeit in der Beobachtung jener Umstände, worüber zur Zeit noch keine allgemeine Regel festgestellt worden ist, scheint vielfältig den zureichenden Grund jener Abweichung in den Resultaten zu enthalten, welche die von verschiedenen Chemikern angestellten Analysen eines und eben desselben Objects so oft darbieten.

Hierzu kommt ferner noch ein anderer Umstand, der darin bestehet, dafs man zu wenig auf die Veränderung Rücksicht nimmt, welche die gebrauchten Auflösungsmittel in einigen Bestandtheilen der dadurch zu zerlegenden Objecte veranlassen: welches ganz besonders dann der Fall ist, wenn Substanzen, die säuerbare Elemente enthalten, mit Salpetersäure bearbeitet werden.

Ein

Ein begründetes Beispiel des vorher gesagten bieten uns die Differenzen in den Elementen des Bleioxyds dar, die durch verschiedene Chemiker darin ausgemittelt worden sind; und eben so die des schwefelsauren Bleioxyds und des Schwefelbleis.

Es kann hier nicht die Rede davon seyn, wie viel das Blei überhaupt an Sauerstoff aufzunehmen vermag, um ein Oxyd im Minimum und ein anderes in Maximum zu erzeugen; sondern allein von dem quantitativen Verhältnifs des Sauerstoffs und des Bleimetalls in einem solchen Bleioxyde, welches mit Säure verbunden eine neutrale Auflösung bilden kann, und dieses ist beim Blei das gelbe Oxyd desselben.

In dem gelben Bleioxyd haben die Chemiker folgende sehr abweichende quantitative Verhältnisse seiner bildenden Elemente festgestellt.

Es sollen in hundert Theilen gelben Bleioxyds enthalten seyn:

| | Blei. | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Nach Richter | 88, 5. | 11, 5. |
| — Thomson | 90, 5. | 9, 5. |
| — Berzelius | 92, 85. | 7, 15. |
| — Vauquelin | 93, 0. | 7. 0. |
| — Bucholz | 92, 59. | 7, 41. |

Bei diesen auffallenden Differenzen ist es schwer zu bestimmen, wer Recht hat, und dennoch ist eine unveränderliche Feststellung durchaus nothwendig, wenn man da, wo sie als ausgemacht zum Grunde gelegt werden soll, Irrthümer vermeiden will. Um die Wahrheit auszumitteln, liefs ich eine selbst darüber angestellte Arbeit entscheiden.

Vierhundert Gran vollkommen reines, aus dem reinsten Bleizucker durch dessen Reduction dargestelltes Blei wurden in einem gläsernen Kolben mit sehr reiner Salpetersäure aufgelöst, deren spezifische Dichtigkeit 1, 200 betrug. Die Auflösung erfolgte mit Entwickelung von wenigem salpeterhalbsaurem Gas.

Sie wurde mit ihrem zwanzigfachen Volumen destillirten Wassers verdünnt und durch völlig reines kohlenstoffsaures Natron gefället. Der Niederschlag wurde vollkommen ausgesüfst, hierauf, ohne solchen auf ein Filtrum zu bringen, in einer gläsernen Schaale ausgetrocknet. Das trockne, kohlenstoffsaure Blei wurde sodann in einer vorher abgeäthmeten und genau abgewogenen Porzellanschaale unter einer geheizten Muffel im Pro-

bierofen nach und nach bis zum Rothglühen erhitzt und so lange darin erhalten, bis bei der oft damit vorgenommenen Abwägung kein Gewichtsverlust mehr wahrzunehmen war.

Das hierdurch von allem Hydratwasser so wie von der Kohlenstoffsäure befreite Oxyd wog jetzt 434, 674 Gran. Es haben also die zur Auflösung verwendeten 400 Gran des regulinischen Bleies 34, 674 Gran Sauerstoff aufgenommen.

Das so erhaltene Bleioxyd besafs eine gelbe Farbe und ziemlichen Zusammenhang, ohne jedoch geschmolzen zu seyn. Ich gab stärkere Hitze, so dafs das Oxyd in Flufs kam, ohne dafs eine fernere Gewichtsverminderung zu bemerken war.

Dieselbe Arbeit wurde noch zweimal veranstaltet, das eine Mal stimmten die Resultate mit dem vorher genannten vollkommen überein; das zweite Mal fand eine Differenz von 0, 5 Gran statt.

Wenden wir nun das Resultat dieser Arbeit auf die Bestimmung der Sauerstoffmasse im gelben Bleioxyd an, so folgt daraus, dafs die Elemente jenes Oxyds, in Hundert Theilen desselben bestehen, aus:

| | |
|---|---|
| Bleimetall | 92, 00 |
| Sauerstoff | 8, 00 |

welches bis auf eine unbedeutende Kleinigkeit mit der von Bucholz gemachten Angabe übereinstimmt.

Eben so verschieden wie die Elemente des gelben Bleioxyds, sind auch die des schwefelsauren Bleis von verschiedenen Chemikern angegeben worden. Da es mir aber für den Zweck der folgenden Arbeit unerläfslich war, ein völlig unwandelbares Resultat zu erhalten, so liefs ich auch hier eine dreimal wiederholte Untersuchung darüber entscheiden.

Was die von andern Chemikern ausgemittelten Bestimmungen über die quantitativen Verhältnisse des Bleioxyds zur Schwefelsäure im schwefelsauren Bleioxyd betrifft, so sind selbige

| | Bleioxyd. | Schwefelsäure. |
|---|---|---|
| Nach Klaproth | 73, 5. | 26, 5. |
| — Berzelius | 73, 615 | 26, 385 |
| — Bucholz | 74, 00. | 26, 00. |

Um mich von der Richtigkeit der einen oder der andern Angabe selbst zu überzeugen, wurden 400 Gran meines selbst bereiteten gelben Bleioxyds in so viel reine Salpetersäure kalt aufgelöst, als dazu er-

forderlich war. Die mit mehrerem Wasser verdünnte Auflösung, wurde, weil die Säure vorwaltete, bis zur Neutralität mit Aetzammonium versetzt, hierauf aber mit einer Lösung von reinem schwefelsauren Natron gefället. Der vollkommen ausgesüfste Niederschlag wurde in einer gläsernen Schaale getrocknet, ohne ihn auf ein Filtrum zu bringen, und dann in einer porzellanen Schaale unter einer geheizten Muffel so lange erhalten, bis keine Gewichtsabnahme mehr statt fand, folglich kein Hydratwasser sich mehr entwickelte. Der so ausgetrocknete Rückstand, wog genau 535$\frac{1}{3}$ Gran, woraus also hervorgeht, dafs hundert Theile schwefelsauren Bleies im völlig wasserfreiem Zustande, zusammengesetzt sind, aus:

| | |
|---|---|
| Gelbem Bleioxyd | 75 |
| Trockner Schwefelsäure | 25 |
| | 100. |

Ich habe diesen Versuch noch zweimal wiederholt, und dieselben Resultate erhalten. Als ich aber die letzte Portion wirklich ins Glühen kommen liefs, entwickelten sich Dünste von schweflichter Säure, und die Masse war nun auf Kosten dieses Verlustes, um einige Gran im Gewicht vermindert.

Es war mir ferner noch nöthig, mit Bestimmtheit zu wissen, wie viel eine gegebene Masse regulinisches Blei, wenn solche aus ihrer Auflösung in Salpetersäure durch Schwefelsäure gefället wird, an wasserfreiem schwefelsauren Blei zu liefern vermag. Deshalb wurden hundert Theile sehr reines regulinisches Blei in der erforderlichen Menge reiner Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung durch Aetzammonium neutralisirt, und hierauf durch schwefelsaures Natron gefället. Der ausgesüfste Präzipitat wurde auf einer abgewogenen Porzellanschaale getrocknet, sodann unter der Muffel von allem Hydratwasser befreiet. Er wog jetzt genau 139 Gran, woraus also folgt, dafs 139 Theile wasserfreies schwefelsaures Blei 100 Theile regulinisches Blei enthalten.

Nach dieser Ausmittelung war mir es nun möglich, genauer zu bestimmen, ob und in wiefern bei der Zergliederung schwefelhaltiger Mineralien, wenn solche in Salpetersäure gelöst werden, aller Schwefel rein ausgeschieden, oder ob durch den Sauerstoff der Salpetersäure ein Theil desselben in Schwefelsäure umgewandelt wird.

Ein solches schwefelhaltiges Mineral stellt uns der Bleiglanz dar. Er darf wohl, rücksichtlich seiner Grundmischung mit dem künstlichen Schwefelblei nicht verwechselt werden. Die Bestandtheile des letzteren und ihre quantitativen Verhältnisse sind durch mehrere Chemiker ausgemittelt worden, und in der That kommen selbige, einige Kleinigkeiten abgerechnet, in den Resultaten dieser Ausmittelung ziemlich überein. Für hundert Theile künstlichen Schwefelbleies sind die quantitativen Verhältnisse an Blei und Schwefel folgendermafsen festgestellt worden:

| | Blei. | Schwefel. |
|---|---|---|
| durch Berzelius | 86, 44. | 13, 56. |
| — Davy | 86, 6. | 13, 4. |
| — Vauquelin | 86, 23. | 13, 77. |
| — Proust | 86, 00. | 14, 00. |
| — Westrumb | 86, 23. | 13, 77. |

Wenn gleich jene Abweichungen in den quantitativen Verhältnissen im Ganzen unbedeutend sind, so sind sie doch vorhanden, sie müssen also auch ihren zureichenden Grund haben.

Da sich indessen hieraus keinesweges mit Zuversicht auf das quantitative Verhältnifs der Mischungstheile im natürlichen Schwefelblei (dem Bleiglanze) zurück schliefsen läfst, so unterwarf ich diesen einer Zergliederung.

Nachdem eine Portion sehr reinen grofswürflichen Bleiglanzes in einem Agatmörser zum zartesten Pulver zerrieben worden war, wurden 200 Gran desselben in einem geräumigen Glaskölbchen mit 1200 Gran sehr reiner Salpetersäure, deren spezifische Dichtigkeit 1, 200 betrug, übergossen, nachdem solche vorher mit ihrem vierfachen Gewicht destillirten Wassers verdünnt worden war. Da nach dem Zeitraum von 24 Stunden im Kalten nur wenig Einwirkung sich wahrnehmen liefs, so wurde der Kolben auf warmen Sand gesetzt, wobei die Auflösung der Miner ziemlich schnell von Statten ging.

Nach vollendeter Auflösung wurde die Flüssigkeit durch ein genau abgewogenes bei 80 Grad Reaumur ausgetrocknetes Filtrum filtrirt, und der zurückbleibende graugelbe flockige Rückstand auf selbigem vollkommen ausgesüfst, hierauf aber scharf ausgetrocknet. Die Gewichtszunahme des Filtrums betrug genau 50, 5 Gran; auch liefs sich die Masse, ohne Gewichtsverlust, vollkommen vom Filtrum trennen.

Jener Rückstand mufste also der Schwefel des Bleiglanzes seyn. Seine graugelbe Farbe liefs indessen das Daseyn eines fremdartigen Wesens vermuthen.

Er wurde in einem abgeäthmeten und genau gewogenen Porcellan-Schälchen unter die Muffel eines Probirofens gebracht, und so lange darin erhalten, bis kein Schwefel mehr verflüchtiget wurde. Es blieb ein Rückstand übrig, der 3 Gran wog. Die Masse des sich verflüchteten Schwefels betrug also 27, 5 Gran.

Die klar filtrirte Auflösung wurde durch Salzsäure auf Silber geprüft, von welchem keine Spur wahrgenommen werden konnte.

Sie wurde daher bis zur Neutralität der vorwaltenden Säure mit Aetzammonium versetzt, hierauf aber mit einer Lösung von reinem schwefelsauren Natron gefället, bis keine Trübung mehr erfolgte.

Der Niederschlag wurde vollkommen ausgesüfst, alsdann aber, ohne ihn auf ein Filtrum zu bringen, auf einer abgewogenen porzellanen Schaale nach und nach ausgetrocknet, nach dem Trocknen hingegen auf derselben Schaale unter der geheizten Muffel des Probirofens so lange im beginnenden Glühen erhalten, bis keine Gewichtsabnahme mehr wahrgenommen wurde. Der Rückstand wog 234, 91 Gran.

Da nun aus der früher ausgemittelten Erfahrung hervorgeht, dafs hundert Theile regulinischen Bleies 139 Theile schwefelsaures zu liefern vermögend sind, so folgt hieraus, dafs für die hier erhaltenen 234, 91 Theile des schwefelsauren 169 Theile regulinisches zu stehen kommen.

Es waren nun noch die früher bemerkten 3 Gran des Rückstandes zu untersuchen, welche nach dem Ausglühen des Schwefels zurück geblieben waren. Seine Farbe war grauweifs, er hätte leicht für Bergart angesehen werden können.

Er wurde mit seinem vierfachen Gewicht kohlenstoffsauren Natrons und der hinreichenden Masse Wassers in einem Glaskölbchen gekocht, wodurch er in ein weifses Pulver umgewandelt wurde, das sich, nach dem Aussüfsen, in reiner Salpetersäure vollkommen auflöste und durch schwefelsaures Natron aus der Auflösung gefället wurde. Der Niederschlag ward ausgesüfst, getrocknet und ausgeglühet, er wog nun 2, 5 Gran, für welche also 1, 8 Gran regulinischen Bleies in Rechnung kommen;

dagegen für die damit verbunden gewesene Schwefelsäure 0, 25 Gran Schwefel in Rechnung kommen.

Dem gemäfs haben sich also in den zergliederten 200 Gran Bleiglanzes an Bestandtheilen gefunden:

| | | |
|---|---|---|
| Regulinisches Blei | 169, 00 | |
| desgleichen | 1, 80 | 170, 80 |
| Schwefel | 27, 5 | |
| desgleichen | 00, 25 | 27, 30 |
| | | 198, 10 |
| Verlust | | 1, 90 |
| | | 200, 00 |

Wird jener unbedeutende Verlust von 1, 90 auf die anderweitigen Bestandtheile vertheilt, und die Massen Verhältnisse des regulinischen Bleies so wie des Schwefels in runden Zahlen ausgedrückt, so kommen für 100 Theile des Bleiglanzes an Bestandtheilen zu stehen:

| | |
|---|---|
| Blei | 86 |
| Schwefel | 14 |
| | 100. |

Herr Westrumb fand früher bei einer vorgenommenen Zergliederung des Bleiglanzes in hundert Theilen desselben:

| | |
|---|---|
| Blei | 83, 00 |
| Schwefel | 16, 41 |
| Verlust | 0, 59 |
| | 100, 00 |

welches sehr von dem Resultate meiner Untersuchung abweicht; dagegen das meinige der Grundmischung des künstlichen Schwefelbleies, wie solche Proust gefunden hat, völlig gleich kommt, und von dem der übrigen Chemiker nur unbedeutend abweicht.

Aus dieser Untersuchung folgt also, dafs bei der Auflösung des Bleiglanzes in verdünnter Salpetersäure, wirklich ein kleiner Theil Schwefel in Schwefelsäure umgewandelt worden ist, die sich mit einem Theil des Bleioxyds verband, und als schwefelsaures Blei zurück blieb. Dieses mag den zureichenden Grund enthalten, warum Westrumb so viel weniger Blei im Bleiglanze gefunden hat. Wo die gröfsere Masse des Schwefels herstammt, die Westrumb gefunden hat, geht freilich nicht daraus hervor.

# Versuche und Bemerkungen

über

# die chemische Analyse schwefelhaltiger Mineralien.

(Fortsetzung der am 17. December 1818. vorgelesenen Abhandlung.)

Von Herrn S. F. Hermbstaedt. *)

In meiner der Königl. Akademie am 17. December v. J. mitgetheilten Zergliederung des Bleiglanzes habe ich gezeigt, dafs, wenn die Zergliederung eines solchen schwefelhaltigen Minerals auf dem gewöhnlichen nassen Wege mit Hülfe der Salpetersäure veranstaltet wird, diese allemal einen Theil des Schwefels säuert, der daher für den absoluten Gehalt desselben im Mineral vesloren gehet, weil, wenn die dadurch gebildete Schwefelsäure eine Basis findet, mit der solche ein unauflösliches Produkt bilden kann (wie dort mit dem Bleioxyd des salpetersauren Bleies), dieses leicht für unauflösliche Bergart angesehen werden kann, folglich Unrichtigkeiten in die Resultate zu bringen vermag: denn dort ergab es sich, dafs 0, 25 Schwefel in den Zustand der Schwefelsäure übergeführt worden waren, die 1, 80 regulinisches Blei zurück halten konnte.

Ich habe es daher mit Erfolg versucht, einen andern Scheidungsweg zur Zergliederung solcher schwefelhaltigen Mineralien einzuschlagen, der darin bestehet, dafs ich die Miner, im zart zerriebenen Zustande, mit

*) Vorgelesen den 7. Januar 1819.

reinem Salpeter verpuffe, die verpuffete und mit Wasser erweichte Masse hierauf durch Salpetersäure neutralisire, so dafs diese gelinde vorwaltet und aus der Masse des sich gebildeten schwefelsauren Bleies nun die des darin enthaltenen regulinischen so wie aus der Masse der gebildeten Schwefelsäure die des darin enthaltenen Schwefels bestimme, wobei jeder nicht gebundene Antheil der Schwefelsäure in dem neutralen Aussüfswasser gefunden werden kann.

Jene Methode der Zergliederung würde in der That nichts zu wünschen übrig lassen, weil sie die Arbeit sehr abkürzt, wenn man nicht voraussetzen dürfte, dafs, wenn das zergliederte Mineral etwas Bergart enthielt, solche leicht mit auf Rechnung des Schwefelgehaltes gesetzt werden könnte.

Deshalb war es nothwendig, mit jener Methode zugleich einen andern Weg zu verbinden, wodurch die Masse der erzeugten Schwefelsäure mit Präzision ausgemittelt werden kann, wie ich solchen oben bereits angedeutet habe.

Zu dem Behuf wurden abermals 200 Gran des zart zerriebenen Bleiglanzes nach und nach in einen Platintiegel eingetragen, in welchem vorher 800 Gran reinen Salpeters im Feuer zum Flufs gebracht worden waren. Die Verpuffung erfolgte langsam ohne merkliches Geräusch.

Die verpuffete Masse wurde mit destillirtem Wasser erweicht, alsdann aber nach und nach so viel reine Salpetersäue zugegeben, bis das Lackmuspapier davon merklich geröthet wurde.

Die weifse milchigte Masse wurde mit destillirtem Wasser vollkommen ausgesüfst, hierauf in einer genau abgewogenen Porzellanschaale getrocknet, sodann aber unter der Muffel eines geheizten Probirofens so lange gelinde geglühet, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu bemerken war.

Das ausgeglühete schwefelsaure Blei wog jetzt genau 257, 69 Gran. Da nun nach den früher angestellten Beobachtungen 100 Theile regu-

regulinisches Blei 139 Theile schwefelsaures liefern, so kommen für jene 257, 69 schwefelsaures Blei, 170 Theile regulinisches Blei in Rechnung.

Da ferner 100 Theile Schwefelblei aus 86 Theilen regulinischem Blei und 14 Theilen Schwefel zusammengesetzt sind, so müssen jene 170 Theile des in 200 Theilen des zerlegten Bleiglanzes gefundenen regulinischen Bleies 27, 720 Schwefel enthalten haben.

Es sind demnach in den der Zergliederung unterworfenen 200 Gran des Bleiglanzes an Bestandtheilen gefunden worden:

| | |
|---|---|
| Regulinisches Blei | 170 |
| Schwefel | 27, 720. |
| | 197, 720. |

wobei also ein Verlust von 2, 280 Gran statt gefunden hat.

Es wurde nun noch das bei der Aussüfsung gewonnene Fluidum näher untersucht. Dasselbe wurde nochmals genau filtrirt, hierauf bis zur Neutralität mit Aetzammonium versetzt, und sodann mit einer Auflösung von salpetersaurem Blei geprüft, welches sehr bald einen Präzipitat von schwefelsaurem Blei darin erzeugte. Als kein Niederschlag mehr gebildet wurde, liefs ich den gebildeten vollkommen aussüfsen, dann auf einer porzellanen Schaale austrocknen und ihn hierauf auf derselben ausglühen. Er wog jetzt genau 3 Gran, welches das Daseyn von 0, 5 Gran Schwefel andeutet, der als Säure in der Flüssigkeit enthalten war.

Dem gemäfs haben also die der Zergliederung auf dem genannten Wege unterworfenen 200 Gran Bleiglanz als wirkliche Ausbeute an Bestandtheilen zu erkennen gegeben:

| | | |
|---|---|---|
| Regulinisches Blei | | 170 |
| Schwefel | 27, 720 | 28, 220 |
| desgleichen | 00, 500 | |
| | 28, 220. | 198, 220. |
| wobei also Verlust statt fand | | 1, 780. |
| | | 200, 000. |

Wird dieser unbedeutende Verlust auf die übrigen Massen Verhältnisse des Bleies und des Schwefels vertheilt, so kommen, wie bei der Zergliederung auf dem ersten Wege, für 100 Theile des Bleiglanzes in Rechnung:

| | |
|---|---|
| Regulinisches Blei | 86 |
| Schwefel | 14 |
| | 100. |

Genauer berechnet hingegen, kommt das Verhältnifs zu stehen, auf:

| | |
|---|---|
| Regulinisches Blei | 85 |
| Schwefel | 14, 110. |
| Verlust | 00, 890. |
| | 100, 000. |

wonach also eine geringere Ausbeute an regulinischem Blei, dagegen aber eine etwas gröfsere Ausbeute an Schwefel gewonnen worden ist.

Ueber

# die Anatomie des Löwen. *)

Von Herrn K. A. Rudolphi **).

Der Löwe ist ein so häufig nach Europa gebrachtes, und so oft secirtes Thier, dafs man jetzt von seiner Anatomie nur eine sehr geringe Ausbeute erwarten sollte. Diefs ist aber nicht der Fall; ich hoffe in den folgenden Blättern über den von mir anatomirten Löwen manches Interessante mittheilen zu können, und habe meinen Nachfolgern noch vieles übrig gelassen. Es kann auch nicht anders seyn, da Keiner an einem Thier alles gründlich untersuchen kann. Die älteren Anatomen pflegten auch vorzüglich nur den Eingeweiden und Knochen eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken ***).

Der Löwe, von dem ich zu sprechen habe, war 18 Monate alt, männlichen Geschlechts und hier am 6. December 1817 gestorben. Er war in London von gezähmten Löwen geboren, und selbst bewundernswürdig zahm. Man hatte ihn im Spätherbst von London nach Hamburg gebracht, unterwegs war sehr übles Wetter, und das Thier, das im Zahnen begriffen

*) Hierzu fünf Kupfertafeln.

**) Vorgelesen den 19. Februar 1818.

***) Anm. Wie ich diese Abhandlung schrieb, erinnerte ich mich nicht der gehaltvollen Beiträge zur Anatomie des Löwen von C. F. Wolff. N. Comm. Petrop. T. XV. p. 517 — 552 De Leone Obss. anatomicae. (Die Beschreibung der Muskeln und Nerven des Oberarms enthaltend.) und ib. T. XVI. p. 471 — 510. De corde Leonis. Glücklicher Weise thun sich unsere Arbeiten keinen Abbruch.

war, litt dadurch doppelt, so dafs es in Hamburg, wie der Wärter (aus der Menagerie der Gebr. Dennebecq) mir versicherte, mehrere vollständige epileptische Anfälle gehabt hatte. Es erholte sich etwas, ward von Hamburg hierher gebracht, kam zu Ende Novembers krank an, und ward mit sehr erhitzenden Mitteln behandelt, so dafs es bald starb.

Bei der Section fand ich den dünnen Darm entzündet, und ich möchte hierin die Todesursache suchen, da die andern Organe unverletzt schienen.

Auffallend war es mir, gegen hundert Spulwürmer (*Ascaris leptoptera m.*) im Magen und in einem Theil der Speiseröhre zu finden; zwar ist dies nur eine Art von Würmern, und in sofern nicht viel, da man bei so vielen Thieren mehrere Arten und Gattungen antrifft; allein das ist entweder bei unsern alten Hausthieren, oder bei den in der Wildnifs lebenden Thieren.

Bei den doch schon so lange und häufig in Europa gezogenen Meerschweinchen, sind nur ein einziges Mal (in Paris) Würmer gefunden *), unsere zahmen Kaninchen haben selten welche; bei den in Europa gebornen Känguruhs sind nie Würmer beobachtet, sondern nur bei Individuen, die noch aus Australien gebracht sind. — Diese Art scheint übrigens häufig, denn Schwägrichen hat mir zuerst dergleichen aus einer Löwin mitgetheilt, die in Leipzig gestorben war, und kürzlich erhielt ich auch dergleichen aus dem in Wien gestorbenen jungen Löwen, den die Prinzessin von Wales aus Africa mitgebracht hatte.

Hauptsächlich schien es mir nothwendig, den Apparat der Muskeln in der Hand und dem Fufs zu untersuchen, da sich bei einem so grofsen Thier alles in der Hinsicht leicht auffinden läfst, und die sonderbare Stellung des Nagelglieds, und die Kraft und die Behendigkeit der Gliedmafsen alle Aufmerksamkeit verdienen, so dafs man sich wohl wundern könnte, dafs Cuvier und andere vergleichende Anatomen gar nichts davon erwähnen. Wenn wir die Schriften einiger Thierärzte über das Pferd, und Douglas Myographie des Hundes ausnehmen, so haben wir überhaupt wenig oder nichts brauchbares über die vergleichende Muskellehre.

*) Wie eben meine Synopsis Entozoorum erschienen war, worin ich dasselbe behauptet habe, fand ich am 5. Mai in einem sehr alten fetten Meerschweinchen eine grofse Menge des Pentastoma emarginatum an der Pleura und am Peritoneum, auch ein Paar in den Lungen, worin es Le Gallois in Paris allein gefunden hatte.

Ehe ich aber zu den Muskeln der Hand und des Fufses gehe, will ich noch ein Paar Worte über die Sesamsbeine und die Sohlenballen vorausschicken.

Eustachius (in seinem Examen ossium Opusc. anat. Venet. 1563. 4. p. 208.) sagt, dafs beim Affen und Hunde an jedem Finger zwei Sesamknochen liegen. Blumenbach erzählt, dafs er sie in Menge an den Vorder- und Hinterfüfsen der Robben, die zahlreichsten aber auf der Aussenseite der Schaufelpfoten des Maulwurfs gefunden. (S. dessen Gesch. und Beschr. der Knochen. zweite Ausg. S. 481.) Cuvier erwähnt ihrer gar nicht.

Ich finde bei dem Löwen sowohl am Vorder- als Hinterfufse erstlich die beiden von Eustachius erwähnten Sesamsbeine an jeder Zehe an der innern Seite des Gelenks des Mittelfufsknochens und des ersten Zehengliedes. Sie sind sehr grofs, nach der Gelenkhöle hin überknorpelt, nach aufsen hingegen mit einem festen glatten Bande überzogen, über welches die Beugesehne wie über eine Rolle zieht. An der Hand sind die des dritten Fingers die gröfsten, beinahe einen Zoll lang und über drei Linien breit; hierauf folgen an Gröfse die des vierten, des zweiten, des fünften und des ersten Fingers.

Zweitens fand ich aber auch auf der Rückenseite der Hand und des Fufses bisher unbeschriebene Sesambeine für die Streckmuskeln. Auf jedem Gelenk der Mittelhand und Mittelfufsknochen mit dem ersten Finger und Zehengliede liegt nämlich ein dünnes, nach der Gelenkhöle hin überknorpeltes und flaches, nach aufsen convexes und im Umfang rundes Beinchen, das gegen drei Linien im Durchmesser hält.

Diese letztern kleinen Sesambeine für die Streckmuskeln, haben offenbar noch mehr Aehnlichkeit mit der Kniescheibe, als die bisher bekannten Sesambeine; alle aber kommen darin überein, dafs sie auf der einen Seite mit der Gelenkhöle in Verbindung stehen, und auf der andern mit einer Muskelsehne vereinigt sind. Man sieht daher, mit welchem Unrecht man die in einigen Sehnen mit dem Alter (durch den langen Druck) entstehenden knorpeligen oder knöchernen Stellen zusammen geworfen, und diese auch Sesambeinchen genannt hat.

Am häufigsten findet sich diese Verhärtung in der Sehne des *Peroneus longus*, wo sie in der Rinne des Würfelbeins liegt, doch fand sie bei diesem jungen Thiere hier noch nicht statt.

## Die Sohlenballen.

Unter dem Vorderfufs oder der Hand liegen zwei Ballen, die aus Fett und Zellgewebe und einigen beigemischten Sehnenfasern bestehen, so dafs sie ziemlich hart und elastisch sind. Der gröfsere liegt unter den Mittelhandknochen und dem ersten Gliede der vier Zehen, ist ziemlich nierenförmig, nach vorn rundlich, nach hinten ausgeschnitten; der Queerdurchmesser (von der 2ten bis 5ten Zehe) beträgt zwei und einen halben Zoll; der Längsdurchmesser (von vorn nach hinten) anderthalb bis $1\frac{3}{4}$ Zoll; die Höhe einen guten Zoll.

Der kleine Ballen liegt vor dem Erbsenbein, ist plattrundlich und hält wenig über einen Zoll im Durchmesser.

Am Hinterfufs liegt der Ballen unter der Verbindung der Mittelfufsknochen und der ersten Zehenglieder, und hat beinahe die Gestalt eines Kleeblatts. Nach hinten ist er ausgeschweift, nach vorn und eben so an den Seiten in ein abgerundetes Ende auslaufend; beinahe $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, 2 Zoll lang, hinten $\frac{1}{2}$, vorne beinahe 1 Zoll hoch.

Der Zweck dieser Ballen ist sehr klar. Das Thier schont dadurch beim Sprung die darüber liegenden Sehnen, auf welche es sonst gesprungen wäre, und so grofse Sesambeine hätten hier wohl ohne die Ballen oder eine ähnliche Vorrichtung nicht statt finden können. Vielleicht mag auch durch diese elastischen Kissen, welche den Fufssohlen untergelegt sind, die Erschütterung vom Sprung verringert werden. Da auch Sehnen von den Beugemuskeln, wovon hernach die Rede seyn wird, in sie gehen, so müssen die Ballen bei der Wirkung von jenen (beim fest auftreten oder feststehen bleiben nach dem Sprung) angespannt werden, welches für die angegebene Meinung spricht. Auch wird durch sie die Sohlenhaut angespannt.

## Muskeln am Vorderarm und der Hand.

*Supinator longus.* Ist dünn und schwach, entspringt in der Mitte von der hintern Fläche des Oberarmbeins und geht an den untern Höcker der Speiche.

*Supinator brevis.* Entspringt sehnig vom äufsern Gelenkkopf (*Condylus*) des Armbeins, geht fleischig und stark nach der Speiche gerade fort, und nimmt dessen vordere Fläche in einer Länge von vier Zoll ein, so dafs nach innen der *Pronator teres* sich ihm schief entgegensetzt,

nach unten der *Abductor pollicis* liegt, und die Streckmuskel der Finger ihn vorn bedecken.

*Pronator teres.* Entspringt fleischig vom innern Gelenkknorren des Armbeins, und geht schräge nach aufsen und zwar immer stärker werdend und sich ausbreitend an den innern Rand der Speiche, so dafs er sich an dessen mittleren und untern Theil (in einer Länge von drei Zoll) ansetzt. Unter seiner Insertion läuft schräge der *Abductor pollicis*; ihm gegenüber liegt der *Supinator brevis.*

*Pronator quadratus.* Ist ein sehr starker über zwei Zoll langer Muskel, der etwas unter der Hälfte bis zum untern Ende der *Ulna* von ihrem innern Rande mit sehnigen Queerfasern entspringt; diese werden nach dem äufseren Rande der *Ulna* und auf dem Zwischenknochenbande starkfleischig, und setzen sich wieder sehnig werdend, bis an den äufsern Rand der Speiche fort.

Er wird überdiefs durch ein sehr straffes, dickes und silberglänzendes Band verstärkt, das ihn grofsentheils verbirgt; diefs entspringt in der Mitte der hintern Fläche von der Speiche, wird allmählig breiter und setzt sich an das untere Ende des Ellenbogenbeins und der Speiche fest, und geht in die hintere sehnige Binde der Handwurzel über. Man könnte es *Ligamentum transversum antibrachii* nennen.

*Palmaris longus* und *Flexor digiti minimi.* Diese entspringen vom innern Gelenkknorren des Armbeins mit und unter dem *Flexor profundus*, so dafs sie anfangs mit ihm zum Theil verschmolzen sind. Der platte, zehn Linien breite Muskelbauch geht bis einen Zoll vor dem Handwurzelbande einfach fort; hier spaltet er sich in die beiden folgenden Muskeln:

*Palmaris longus*, geht sehnig über das *Ligamentum carpi proprium* fort, und spaltet sich hernach in fünf schmale und platte Sehnen, wovon die zum Daum gleich in das Scheidenband geht, welche das Gelenk seines Mittelhandknochens und seines ersten Gliedes umgiebt; die vier andern längeren Sehnen, wovon die zum Mittelfinger die gröfste ist, gehn über den grofsen Ballen, und mit ihm innig verbunden, zum nämlichen Scheidenband der vier Finger. Die Sehnen zum Daum und zum kleinen Finger entspringen von der gemeinschaftlichen Sehne mehr nach unten, die andern mehr nach oben.

*Flexor digiti minimi*, geht nach unten sehnig, auf der obern Fläche aber fleischig bleibend unter dem *Ligamentum carpi proprium* über den kleinen Sehnenballen, und erhält von diesem einen kurzen fleischigen Kopf, in den sich Fasern vom *Palmaris brevis* mischen, zur Verstärkung, gleichsam einen *Flexor brevis accessorius*; und geht über die zum kleinen Finger vom *Palmaris longus* laufende Sehne zum hintern Ende des ersten Glieds des fünften Fingers, wo sich dasselbe mit seinem Handwurzelknochen verbindet, und bildet eine Scheide für die Sehne des tiefen Beugers dieses Fingers; theilt sich hernach und setzt sich an das zweite Glied; verhält sich also wie ein oberflächlicher Beuger.

An der rechten Hand spaltet sich die Sehne, wenn sie über dem *Ligamentum carpi* hervorgetreten ist, so dafs die eine Sehne, in welche der Kopf von dem genannten Bande sich einsenkt, zum kleinen Finger geht, und wie beschrieben verläuft, während die andere Sehne zum vierten Finger geht und mit dessen Sehne vom *Flexor sublimis* verschmilzt.

*Palmaris brevis.* Entspringt mit deutlichen doch blassen Queerfasern vom kleinen Ballen, und geht in die Queere nach dem starken *Ligamentum carpi volare proprium*, auch mit einigen Fasern vor demselben zu dem eben beschriebenen *Flexor digiti minimi.*

*Flexor carpi ulnaris.* Ist ein zweibäuchiger Muskel; der äufsere, kürzere aber dickere Bauch entsteht vom innern Gelenkknorren des Armbeins; der innere, längere und dünnere vom *Olecranon*; dieser legt sich hernach unter jenen und verbindet sich mit ihm zu einer starken Sehne, die sich an das Erbsenbein festsetzt.

*Flexor carpi radialis.* Ist schwächer wie der vorige, kommt vom innern Gelenkknorren des Armbeins, und geht mit seiner starken Sehne an die Basis des Mittelhandsknochens des zweiten Fingers, nachdem sie vorher von einer festen Scheide umgeben war, in der sie auch durch ein *Tenaculum ligamentosum* befestigt ist.

*Flexor digitorum sublimis.* Entspringt hauptsächlich von der starken Sehne des *Flexor profundus*, doch kann man einen Muskel, der vom innern Gelenkknorren des Armbeins vor dem *Palmaris longus* und *Flexor carpi ulnaris* entspringt, und sich mit Queerfasern an die beiden letztgenannten Muskeln in einer langen Strecke fortsetzt, dann aber fleischig da an die Sehne des *Flexor profundus* tritt, wo der *Sublimis* anfängt, nicht

nicht ganz von ihm trennen, obgleich er gröfstentheils durch eine schwache sehnige Linie von ihm geschieden ist. Der *Sublimis* entspringt hier mit zwei Muskelbäuchen, wovon der innere gröfsere sich im Durchgang über dem *Ligamentum carpi proprium* spaltet, und mit einer Sehne zum zweiten, mit der andern zum dritten Finger geht; der kleinere Bauch geht allein zum vierten Finger. Alle seine drei Sehnen sind dünn und schmal, allein auf dem ersten Gliede der Finger, wofür sie bestimmt sind, breiten sie sich in eine grofse platte Scheide aus, welche die Sehne des *Profundus* einschliefst, und sich dann in zwei Schenkel spaltet, die zum zweiten Fingergliede gehen.

*Flexor profundus.* Ist ein sehr starker, mehrköpfiger Muskel; mit dem stärksten Kopf entspringt er vor dem *Olecranon* von dem innern Rande der *Ulna*; mit dem nächst stärksten vom äufsern Rand und vom Körper der Speiche; mit zwei kleineren vom innern Gelenkknorren des Armbeins; überdies zieht er aber einen fünften Kopf an sich, der zu einem kleinen Theil an den *Flexor sublimis* geht, und bei diesem schon genannt ist: alle diese Köpfe bleiben bis kurz vor dem *Ligamentum carpi proprium* getrennt, und schmelzen dann in eine, über einen Zoll breite, platte, über eine Linie dicke, sehr feste Sehne zusammen, welche sich in fünf starke, niedergedrückte (*depressi*) Sehnen spaltet, von denen die zum Daumen die gröfste ist, und durch keine andere Sehne geht, sondern sich für das Nagelglied theilt, und sich an die ganze Basis desselben festsetzt. Die übrigen Sehnen gehen durch die des *Sublimis*, jede an das Nagelglied ihres Fingers.

*Lumbricales.* Diese entspringen an der untern Fläche der Sehne des *Profundus*, kurz vor der Stelle, wo sie sich für die Finger spaltet; sie sind stark, entstehen alle mit einfachen Köpfen, und gehen an die äufsere Seite des ersten Gliedes der vier Finger.

*Extensor carpi radialis.* Ein starker Muskel, entspringt vom äufsern Gelenkknorren des Armbeins, dicht unter dem *Supinator longus*, geht neben ihm nach innen, und spaltet sich in zwei starke Sehnen, wovon die eine sich an die Basis des zweiten, die andere sich an die Basis des dritten Mittelhandknochens setzt.

*Extensor carpi ulnaris.* Entspringt vom Gelenkknorren des Armbeins dicht unter dem *Extensor communis brevior*, und geht mit einer starken Sehne an den Mittelhandknochen des kleinen Fingers.

*Extensor communis digitorum longior seu superficialis.* Entspringt vom äufsern Gelenkknorren des Armbeins, dicht unter dem *Extensor carpi radialis*, geht unten am Vorderarm in eine Sehne über, die sich bald wieder in vier Sehnen spaltet, welche zu den vier Fingern gehen, und in der Mitte von deren Gliedern verlaufen.

*Extensor digitorum communis profundus seu brevior.* Entspringt dicht unter dem Vorigen, geht kurz vor der Handwurzel in eine Sehne über, welche sich auf derselben in vier Sehnen spaltet, die zu den Fingern gehen, und sich seitlich an dieselben setzen.

*Extensor pollicis (et indicis) longus.* Entspringt vom hintern obersten Theil des Körpers der *Ulna* unter dem *Olecranon*, geht hinter dem *Extensor carpi ulnaris* und den Fingerstreckern nach der Hand, und spaltet sich in zwei Sehnen, deren eine an den Daumen, die andere aber an den zweiten Finger geht, und setzt sich an deren äufsern Seite, beim Daumen an das Nagelglied, bei dem zweiten Finger hingegen, wie es scheint, nur bis zum zweiten Gliede fort.

*Abductor pollicis longus.* Entspringt etwas über der Mitte der Speiche von ihrer vordern Fläche und von dem äufsern Rande der *Ulna*; geht am untern Kopf der Speiche in eine starke Sehne über, die sich nach aussen über den *Extensor carpi radialis* schlägt, sich gegen den Mittelhandknochen des Daumens spaltet, und mit der hintern kleinen Sehne an den äufsern Handwurzelknochen, mit der vordern aber an die Basis des Mittelhandknochens vom Daumen festsetzt.

*Flexor brevis pollicis.* Ist sehr schwach und kurz, geht vom grofsen vielwinkligen Bein an das äufsere Sesambein des Daumens.

*Adductor pollicis brevis.* Ist schwach und schmal, entsteht von dem kleinen, vieleckigen Bein, und geht an die Ulnarseite der Basis des ersten Gliedes des Daumens.

*Abductor digiti minimi.* Entsteht mit dem innern etwas längeren Kopf vom Erbsenbein und von der Sehne des *Extensor carpi ulnaris*; mit der äufsern vom starken Bande, das vom Erbsenbein zum Hakenbein geht, und setzt sich an das innere Sesambein des kleinen Fingers.

*Flexor digiti minimi.* Entspringt vom Hakenbein, ist anfangs etwas mit dem *Abductor* vermischt, und geht zum äufsern Sesambein des kleinen Fingers.

*Adductor digiti minimi.* Entspringt von einer sehnigen Fortsez-

zung des Bandes, welches die Handwurzel überzieht, in dessen Mitte und spaltet sich in zwei kleine Bäuche, wovon der kleinste mit einer dünnen Sehne an den Mittelhandknochen des kleinen Fingers, der andere sich an die äufsere Seite des ersten Glieds des kleinen Fingers setzt.

*Adductor indicis.* Entspringt von demselben Bande wie der vorige, und neben ihm nach aufsen, anfangs auch mit ihm verbunden, und geht mit seiner dünnen Sehne an die innere Seite des ersten Glieds vom zweiten Finger.

*Interossei.* Deren giebt es sechs, welche alle innere (untere) und sehr starkfleischig, auch an der Basis viel unter einander vereinigt sind, nämlich:

*Interosseus externus indicis.* Entspringt erstlich vom Speichenrande des zweiten Mittelhandknochens, auch mit einem kleinen Theil von der Basis des ersten; zweitens mit dem innern stärkern Kopf von der Basis des zweiten Mittelhandknochens; beide Köpfe vereinigen sich in eine Sehne, die sich an die äufsere Seite des ersten Gliedes vom zweiten Finger setzt.

*Interosseus internus indicis,* Entspringt mit dem langen Kopf des vorigen gemeinschaftlich, und geht an die innere Seite des ersten Gliedes vom zweiten Finger.

*Interosseus externus digiti tertii.* Entspringt von der äufsern und innern Seite des dritten Mittelhandknochens, und setzt sich an die äufsere Seite des ersten Glieds vom dritten Finger.

*Interosseus internus digiti tertii.* Kommt von der innern und untern Seite des dritten Mittelhandknochens, und geht an die innere Seite des ersten Glieds vom dritten Finger.

*Interosseus externus digiti quarti.* Geht von der innern und äufsern Seite des vierten Mittelhandknochens an die äufsere Seite des ersten Glieds vom vierten Finger.

*Interosseus internus digiti quarti.* Entspringt mit dem innern Kopf vom fünften Mittelhandknochen, mit dem äufsern (verbunden mit dem vorigen Muskel) von der Basis und der untern Seite des vierten Mittelhandknochens, und setzt sich an die innere Seite des ersten Glieds vom vierten Finger.

## Muskeln des Unterschenkels und Fufses.

*Tibialis anticus.* Ist ein ziemlich starker Muskel, entspringt von dem äufsern Kopf und dem obern Theil der äufsern Fläche des Schienbeins, auch zum Theil von der innern Seite des Wadenbeins; geht vor dem innern Knöchel nach innen, und setzt sich an die innere Seite des ersten Keilbeins.

*Extensor communis digitorum longus.* Entspringt vom äufsern Gelenkkopf des Schenkelbeins, geht nach innen neben dem vorigen Muskel am Unterschenkel hinab, dann durch das *Ligamentum transversum*, und wenn er auf der Fufswurzel ist, umschlingt ihn ein eigenthümliches schmales Band wie eine Schlinge; aus dieser tritt er in vier Sehnen gespalten, die zu den vier Zehen gehen.

*Peroneus longus.* Wie der vorige nicht stark; entsteht theils am äufsern Gelenkknorren des Schenkelbeins, theils an demselben Knorren des Schienbeins, theils vom Kopf und von der vordern Fläche des Wadenbeins, wird schon über dem innern Knöchel sehnig, geht über denselben fort, vorne am *Calcaneus* hinab, hinter den Mittelfufsknochen der vierten Zehe, setzt sich an diesen und auch an die übrigen drei Mittelfufsknochen hinten in der Fufssohle fest.

*Peroneus brevis.* Entspringt etwas über der Mitte des Wadenbeins von dessen äufserer Seite, auch etwas von dessen vordrer und hinterer Fläche; wird erst im Durchgehen hinter dem äufsern Knöchel sehnig, kreuzt sich mit der Sehne des vorigen Muskels, und geht über sie weg zu dem letzten (hier dem vierten, bei dem Menschen dem fünften) Mittelfufsknochen.

*Extensor digiti minimi* sive *Peroneus tertius.* Ein langer aber schwacher Muskel, entspringt unter dem Kopf des Wadenbeins bis zu dessen Mitte hin; wird gegen den äufsern Knöchel sehnig, geht anfangs unter die Sehne des *Peroneus brevis*, wendet sich aber bald über sie in der gemeinschaftlichen Rinne, wo er durch eine Schleimscheide an die Sehne des *P. brevis* geheftet ist, und setzt sich endlich nach aufsen an das zweite Glied der kleinsten (vierten) Zehe.

*Extensor brevis digitorum pedis.* Kommt von der obern äufsern Seite des Fersenbeins, geht eine Strecke lang fleischig fort und spaltet sich dann in vier Sehnen, von denen die innerste mitten an die er-

ste Zehe geht, und sich mit der Sehne des langen Streckers wie beim Menschen verbindet; die zweite und dritte Sehne gehen an die zweite Zehe (die zweite an ihre Mitte, die dritte nach aufsen); die vierte setzt sich an die äufsere Seite der dritten Zehe.

*Flexor digitorum longus.* Ein sehr starker Muskel, entspringt vom äufsern Gelenkkopf des Schienbeins, vom Kopf und fast von dem ganzen hintern Theil des Wadenbeins, auch nach innen der Länge nach vom Schienbein; seine kräftige Sehne geht hinter dem innern Knöchel nach aufsen durch eine Rinne des Fersenbeins, und verschmilzt mit dem folgenden Muskel und der *Caro quadrata* in eine doppelt so breite, platte und dicke Sehne, die sich nach vorn ausbreitet und in vier Sehnen spaltet, welche sich nach Durchbohrung der Sehnen vom kurzen Beuger an die Basis des Nagelglieds aller vier Zehen sehr stark befestigen. — Mitten aus dem vordern ausgebreiteten Theil dieser Sehne, zwischen dem zweiten und dritten Mittelfufsknochen, entspringt eine kurze, ziemlich starke Sehne, die sich bald in drei kleinere Flechsen spaltet, welche in den Zehenballen übergehen. Gewifsermafsen ein *Plantaris brevis.* Taf. 5. F. c.

*Flexor pollicis longus.* Er verdient diesen Namen (den ihm auch Cuvier giebt) obgleich die grofse Zehe fehlt, weil er sich bis dahin ganz wie jener Muskel beim Menschen verhält. Er entspringt vom innern Kopf des Schienbeins (neben dem vorigen Muskel) und von der obern Hälfte der hintern Fläche des Schienbeins, geht hinter dem innern Knöchel durch eine eigne Scheide, tritt an die Fufssohle, und geht mit dem vorigen Muskel in die bei diesem beschriebene breite Sehne über.

*Caro quadrata.* Entspringt breit und fleischig von der äufsern Seite des Fersenbeins, geht sich verschmälernd unter die untere Fläche desselben (ohne sich jedoch damit zu verbinden) wird sehnig, und setzt sich schief in die hintere Fläche der breiten beiden zuletzt genannten Muskeln gehörigen Sehne, da wo sie sich verbinden und gehört beiden an.

*Lumbricales.* Ihrer sind drei; der ihnen allen gemeinschaftliche erste Ursprung ist nicht weit vor der Insertion der *Caro quadrata* in die grofse tiefe Beugesehne, von der untern Fläche derselben, so dafs hier wenige Muskelfasern sind; diese werden zahlreicher und bedecken jene Sehne nach vorne beinahe ganz und endlich in den drei Winkeln zwischen den vier Sehnen, worin sie sich spaltet, ziehen sich die Fasern in rundliche

Muskeln zusammen, die sich an die innere Seite des ersten Gliedes der ersten bis dritten Zehe setzen.

Die Wadenmuskeln (*Gemelli* und *Soleus*) verhalten sich auf die gewöhnliche Weise, und sind nur mäfsig stark.

*Tibialis posticus.* Entspringt vom äufsern Kopf des Schienbeins, und dem obern Theil seines Körpers, und sein schwacher Muskelbauch liegt zwischen dem *Flexor communis longus* und dem *Flexor pollicis* in der Mitte; er wird bald sehnig, kreuzt sich gegen die Ferse mit der Sehne des langen Beugers, und geht durch eine eigne Scheide hinter dem innern Knöchel nach der Fufssohle, und setzt sich an das Kahnbein und die Basis der vierten Mittelfufsknochens.

*Flexor brevis digitorum communis.* Entspringt vom Höcker des Fersenbeins, wird nach vorne dicker und vorzüglich breiter, und spaltet sich in vier sehr starke Sehnen, welche die des langen Beugers durch sich durchgehen lassen, und sich auseinander fahrend an das zweite Zehenglied aller Zehen setzen. Der Anfang ist ganz sehnig, hernach kommt Muskelsubstanz hinzu, doch so, dafs sie mit Sehnen durchwebt, und von diesen mehr da ist; dagegen zieht sich aber das Muskelfleisch selbst unter die einzelnen Sehnen nach vorne, bis fast gegen den Ballen.

*Abductor digiti quarti s. minimi.* Entspringt von der untern äufsern Seite des Fersenbeinhöckers vor und über dem Anfang des kurzen Beugers, geht an der äufsern Seite der Fufswurzel fort, und setzt sich an die äufsere Seite der Basis des vierten Mittelfufsknochens. Da er unmittelbar unter der queerlaufenden *Caro quadrata* in entgegengesetzter Richtung läuft, so kann er ihr als Rolle dienen, und ihre Wirkung sehr verstärken. Zum Abziehen der Zehe scheint er dagegen fast nichts thun zu können. Vorne gehen einige Fasern von ihm in den vierten Zwischenknochenmuskel über.

*Adductor digiti quarti.* Ist nur schwach, entspringt in der Mitte der Fufswurzel, und geht schief nach aufsen, indem er sich spaltet; mit der kleinsten Sehne geht er an den Mittelfufsknochen, und mit der etwas gröfsern an die Seite des ersten Glieds der vierten Zehe.

*Adductor digiti primi.* Entspringt nach innen neben und mit dem vorigen, und geht dünn und sehnig an die äufsere Seite des ersten Glieds der ersten Zehe.

*Interossei interni.* Deren giebt es vier, von denen die beiden

äufseren einfacher sind. Der erste und vierte entspringen nämlich jeder von ihrem Mittelfufsknochen mit einem Kopf, und gehen dann in zwei Schenkel über, davon der eine sich an die innere, der andere sich an die äufsere Seite des ersten Glieds ihrer Zehe setzt.

Der zweite Zwischenknochenmuskel entspringt mit dem innern getheilten Kopf theils vom ersten, theils vom zweiten Mittelfufsknochen; der äufsere Kopf ist einfach; aus beiden entsteht ein Muskel, der sich, wie die vorigen gespalten, an beide Seiten des ersten Glieds der zweiten Zehe setzt.

Der dritte ist ganz dem zweiten analog; sein äufserer getheilter Kopf kommt sowohl vom dritten als vierten Mittelfufsknochen; der innere Kopf ist einfach; der aus ihnen gebildete Muskel spaltet sich für beide Seiten des ersten Glieds der dritten Zehe.

## Bemerkungen über die beschriebenen Muskeln.

1) Ich bin hier die Muskeln genau durchgegangen, weil eine oberflächliche Angabe zu nichts führen kann, und Jeden in Zweifel lassen würde, ob meine Benennungen richtig wären.

Die Gröfse, welche ich hin und wieder von einigen Theilen bemerkt habe, kann nicht vom Löwen überhaupt gelten, da ich nur ein junges Thier vor mir hatte, giebt aber doch Vergleichpunkte, und schien mir daher nicht überflüssig.

Die Ausdrücke, unten, oben u. s. w. gelten von dem Thier in seiner natürlichen Stellung.

2) Dafs ich von einer Hand bei der vordern, und von einem Fufs bei der hintern Extremität spreche, ist absichtlich geschehen, denn wenn es auch fremd klingen mag, so ist es doch richtig; der Muskelapparat der Hand ist im Ganzen wie bei der unsrigen, und eben diefs gilt vom Fufs; es ist wahr, der Daumen der Hand ist nicht so beweglich wie der unsrige, allein dem Fufs geht die grofse Zehe ab, und er tritt also eben so sehr gegen die Hand des Löwen zurück, wie der unsrige, dessen grofse Zehe gegen den so sehr beweglichen Daumen zurücktritt.

Der Daumen ist zum Finger geworden, daher hat er keinen eignen langen Beuger, wie beim Menschen, allein der gemeinschaftliche Fingerbeuger giebt ihm dafür eine starke Sehne, die beim Menschen fehlt. Eben so

fällt der einzige lange Strecker des Daumens mit dem des zweiten Fingers zusammen. Auch der *Abductor brevis* und *opponens pollicis* von denen bei uns die eigenthümlichen Bewegungen des Daumens ausgehen, hat der Löwe nicht.

Andre Muskeln fehlen der Hand nicht. Cuvier sagt, der *Supinator longus* gehe der Katze ab; er fehlt hier aber keineswegs; dagegen haben die *Extensores carpi radiales* hier einen gemeinschaftlichen Kopf, und vielleicht hat Cuvier daher einen Muskel weniger vorhanden geglaubt.

Besonders stark sind die *Pronatoren*, der viereckige ist sogar mit einem starken Bande versehen, das seine Kraft vermehrt: der Zweck ist leicht einzusehen. Eben so verstärkt ist die Kraft der Hand nach unten, indem alle Zwischenknochenmuskeln nach innen liegen.

Die Beschaffenheit der Handsehnenspanner giebt ihnen eine viel stärkere Kraft, da sie über dem Band durch eine Rolle gehen, und die Stärke der Beugemuskeln ist sehr grofs. Aber auch die Streckmuskeln der Hand sind stärker als bei uns, indem sie verdoppelt sind.

3) Da am Fufs die grofse Zehe fehlt, so sollte man schliefsen, dafs ihm auch die Muskeln derselben sämmtlich abgingen; das ist aber nicht der Fall. Der lange Beuger des Daumens durfte nicht fehlen, da er die Kraft im Auftreten und Stehen so sehr vermehrt, und es ist daher ein verhältnifsmäfsig eben so starker Muskel als bei uns, nur dafs er ganz in die Sehne des gemeinschaftlichen Beugers übergeht. Auch der kurze Abzieher der grofsen Zehe fehlt nicht, nur ward er hier ein Verstärkungsmittel der sehr grofsen *Caro quadrata*. Der *Plantaris longus* fehlt zwar, allein dafür giebt der *Flexor longus* einen *Plantaris brevis* der uns fehlt; der *Flexor brevis* ist weit stärker als bei uns, und der *Extensor communis* ist durch ein eignes Ringband unterstützt.

Man sieht leicht aus diesen wenigen Angaben, wie sehr die Muskelkraft der Hand und des Fufses berücksichtigt ist, und der Löwe wie die Katze steht in dem vielfachen Apparat dieser Theile den Affen äufserst nahe, übertrifft sie aber an Kraft.

## Ueber das Stimmorgan.

Der Kehlkopf des Löwen ist in einer von Wolf unter meinem Vorsitz 1812 hier vertheidigten Dissertation über das Stimmorgan der Säug-

Säugthiere genau beschrieben, und sehr gut von ihm selbst abgebildet, so dafs ich mich darauf beziehen kann, doch war das dazu dienende (damals auf der Thierarzneischule, jetzt im anatomischen Museum befindliche) Präparat ohne Muskeln, so dafs ich von diesen einiges sehr Interessante nachtragen will.

Der dem Menschen fehlende *Epiglotticus* ist ein schmaler Muskel, der von der vordern oder vielmehr untern Seitenfläche der Basis und vom kleinen Horn des Zungenbeins um den *Basioglossus*, über die Basis des Zungenbeins zum Kehldeckel geht, und sich von dessen Mitte bis zu seiner Spitze ansetzt und ihn stark nach vorn ziehen kann.

Der *Hyoglossus* zerfällt in einen kleinen *Basioglossus* und einen sehr grofsen *Ceratoglossus*.

Die *Sternohyoidei* und *Sternothyreoidei* sind nicht stark; die *Omohyoidei* fehlen. Grofs hingegen sind die *Hyothyreoidei*, die *Cricoarytaenoidei postici* und *laterales*, so wie die *thyreocricoidei*. Stark sind auch die *Arytaenoidei*, doch läfst sich der transversus von den obliquis nicht füglich unterscheiden.

Ungeheuer grofs sind die *thyreoarytaenoidei*, so dafs sie die Stimmritzenbänder von aussen ganz bedecken, und bei diesem jungen Thier über einen Zoll hoch sind; sie gehen von dem Schilde der *thyreoidea* unter der Wurzel der *Epiglottis* nach den Schnepfknorpeln, und setzen sich hinten an diese, so wie der Länge nach an das *Ligamentum thyreo-cricoideum medium*. Durch diese starken Muskeln mufs die Stimmritze ausserordentlich grofser Veränderungen fahig seyn und mit grofser Kraft verengt und erweitert werden können, so dafs sich die allen Thieren furchtbare Stimme des Löwen leicht erklärt, wenn man mit dem grofsen Kehlkopf und der beweglichen Luftröhre diese starke Muskeln zusammenfafst.

Die *Mylohyoidei*, welche noch bei der Katze selbst diesen Namen verdienen, sind hier *Mylostyloidei* und gehen gar nicht an das Zungenbein. Ihre vordere Parthie, die sich an den Unterkiefer setzt, ist wie gewöhnlich beschaffen; nachdem aber diese Muskeln zwei Drittheil des Kiefers nach hinten zurückgelegt haben verlassen sie ihn und verschmächtigen sich aufserordentlich, und an dieser schmalen Stelle haben sie nach aussen die stark nach unten hervortretenden, bei diesem jungen Thier noch knorpligen Griffelfortsätze; dann gehen sie auf beiden Seiten in ein dünnes, schmales Muskelband aus, das sich von unten um den starken (aber wie bei so

vielen Thieren einfachen) *Digastricus* herum und in die Höhe schlägt, und nachdem es ihn rund umfafst hat, sich an den Griffelfortsatz setzt, wie die Figur zeigt. Der Muskel kann also hier gar nicht auf den Kehlkopf, sondern nur auf die Zunge wirken, und sie hinauf drücken, so wie auch die Kraft des *Digastricus* sehr verstärken, und da alle Beifsmuskeln so stark sind, ist es nicht auffallend, dafs auch dieser eine solche Hülfe bekommt.

Bei der Luftröhre des alten Löwen, wovon eine Parthie mit dem Kehlkopf in der angegebenen Dissertation abgebildet ist, bleiben die knorpligen Ringe hinten weit von einander entfernt; bei diesem jungen Thier greifen aber die Ringe hinten zum Theil übereinander, die andern nähern sich sehr. Dadurch läfst sich der Widerspruch der Schriftsteller beseitigen, indem es nämlich scheint, dafs der Unterschied ihrer Angaben von dem verschiedenen Alter der von ihnen untersuchten Thiere herrührt.

Eine höchst merkwürdige Abweichung von dem gewöhnlichen Bau fand ich an der Luftröhre dieses jungen Löwen, und ich bin überzeugt, dafs mich Mancher über diesen Fund beneiden wird. Der erste breite Ring ist unter den Ringknorpel hinaufgeschoben, und hinten greifen seine Enden übereinander. Die folgenden sechs Ringe haben ein gemeinschaftliches vorderes schmales Mittelstück, wie ein Brustbein, an welches ihre Seitenstücke sich wie Rippenknorpel einlenken. Statt dafs also hier sechs Knorpel (Ringe) seyn sollten, sind hier dreizehn, nämlich das Mittlere, und auf jeder Seite sechs Stücke. An dem Kehlkopf, welchen wir vom alten Thier besitzen, ist nichts dergleichen, ich kenne auch kein Beispiel dieser Anomalie bei irgend einem Thier, das eine Luftröhre besitzt; die aber die so oft zur Sprache gebrachte Analogie zwischen diesen Theilen und dem Brustbein und den Rippen, aufserordentlich bestätigt.

## Der Lowersche Knoten des Herzens.

Cuvier führt an, dafs der Löwe keine Eustachische Klappe besitzt, und unser junge Löwe zeigte auch dieselbe eben so wenig, als sie in unserm Herzen eines alten Löwen vorkommt; allein Cuvier hat diesen Mangel der Eustachischen Klappe nicht erklärt, obgleich nichts leichter ist.

Lower (Tractatus de corde. Ed. sept. L. B. 1740. p. 55.) gedenkt eines Vorsprungs zwischen beiden Hohlvenen bei Menschen und Thieren, der nach ihm *tuberculum Loweri* genannt ward; diesen Vorsprung läugnet

Haller *) auf eine wirklich unbegreifliche Weise, da er freilich beim Menschen schwach, bei vielen Thieren aber stark, und hier namentlich beim Löwen (sowohl im Herzen des alten, als in dem des jungen) aufserordentlich grofs ist. Lower rechnete vorzüglich darauf, dafs dieser Vorsprung verhindere, dafs kein Blut aus der obern Hohlvene in die untere fliefse; das ist aber wohl nicht die vollständige Erklärung, sondern er bewirkt erstlich beim Foetus, dafs das Blut aus der untern Hohlvene geradezu in das eyrunde Loch und die hintere oder linke Vorkammer geführt wird; zweitens aber nach geschlofsnem eyrunden Loch verhindert er das Gegeneinanderströmen des Bluts aus beiden Hohlvenen, und es wird von beiden Seiten schief zusammen geleitet.

Haller's Auctorität hat ohne Frage die neuern Anatomen geblendet, da keiner derselben des Lowerschen Vorsprungs erwähnt, der doch bei vielen Thieren so stark und hier namentlich äufserst stark ist, und auf den ich zuerst aufmerksam ward, wie ich des Herzknochens wegen eine Menge Hirschherzen hinter einander untersuchte.

Je gröfser er ist, um so leichter ersetzt er den Mangel der Eustachischen Klappe, wie auch hier der Fall ist.

## Von der Eichel der Ruthe.

Cuvier sagt **) die Haut der Eichel sei bei den mehrsten Arten der Katzen mit rückwärts gekehrten Stacheln versehen, deren bei dem Löwen nur wenige wären: allein die Eichel des von mir untersuchten Löwen ist ganz glatt und ohne alle Hervorstehungen. Dafs er nur achtzehn Monate alt war, macht nichts aus, da hätten sie sich schon zeigen müssen, wenn es dergleichen bei ihm gäbe: mich haben auch die Wärter der hier vorhandnen Menagerie versichert, dafs ihr älterer Löwe eine ganz unbewaffnete Eichel besitze. Cuvier hat also vielleicht den Penis des Tiegers mit dem des Löwen verwechselt, denn bei jenem sind auf jeder Seite drei rückwärts gekehrte Stacheln, wie ich im Lampeschen Museum in Hannover gesehn habe.

Diese glatte Eichel ist ein merkwürdiger Unterschied des Löwen von den Katzen, von denen ihn auch sein grofser Kopf und seine Mähne

*) El. Physiol. T. I. p. 314.

**) Leçons d'Anat. Comp. T. V. p. 90.

unterscheidet, so wie sein Stimmorgan verschieden ist, und sich gewiſs noch mehr Unterschiede auffinden lassen, wovon ich vielleicht ein andres Mal handeln werde, wenn ich die übrigen Organe des Löwen durchgehe.

---

## Erklärung der Figuren.

### Taf. 1. Linke vordere Extremität von oben.

1. Supinator longus.
2. Extensor carpi radialis.
3. Extensor communis longior.
4. — — brevior.
5. Supinator brevis.
6. Pronator teres.
7. Extensor pollicis et indicis.
8. Extensor carpi ulnaris.
9. Ligamentum carpi dorsale.

++ Ossa sesamoidea extensorum; zwei sind nur bezeichnet.

10. Der groſse Fleischballen der Fuſssohle, zum Theil hervorragend.

### Taf. 2. Linke vordere Extremität von unten.

A. Der kleine Sehnenballen.
B. Der groſse Sehnenballen.
C. Die Ulna.
D. Ligamentum carpi proprium.
1. Die gemeinschaftliche Sehne des palmaris longus und flexor dig. minimi.
2. Palmaris longus.
3. Flexor dig. minimi.
4. Palmaris brevis.
5. Flexor carpi radialis.

6. Flexor carpi ulnaris. a. b. seine beiden Köpfe.
7. Flexor dig. sublimis.
8. Flexor dig. profundus.
9. Extensor carpi ulnaris.
10. Abductor digiti minimi.
11. Flexor — —
12. Adductor — —
13. 13. 13. 13. Lumbricales.
14. Adductor pollicis brevis.

Taf. 3. Der rechte Hinterfuſs.

A. Sohlenballen.
B. Vordere Haut desselben angespannt durch
C. Den Planteris brevis.
1. Achilles Sehne.
2. Flexor dig. brevis.
3. Caro quadrata Sylvii.
4. Flexor digitorum longus.
5. Flexor pollicis longus.
6. Sehnen von 3 — 5.
7. Lumbricales.
8. Interossei.
9. Abductor digiti minimi.
10. Tibialis.

Taf. 4. Anfang der Luftröhre.

A. Schildknorpel.
B. Ligamentum conoideum.
C.C. Cricothyroidei anteriores.
D.D. Hyothyreoidei.
E.E. Sternothyreoidei.
F. Luftröhre.
1. Erster einfacher Ring.
2.2. 3.3. 4.4. 5.5. 6.6. 7.7. die getheilten 2 — 7 Ringe.
8 — 11. Achter einfacher Ring.
12. Mittelstück zwischen 2.2 — 7.7.

Taf. 5. Ansicht des Unterkiefess und der Kehle von unten.

A.A. Unterkiefer.

B.B. Masseter.

C.C. Maxillardrüsen.

D.D. Der rechte Digastricus.

E. Der linke Digastricus zurückgeschlagen.

F. Vordere breite Parthie der Mylohyoidei.

G. Enge desselben.

H. Rechter Schenkel desselben in der Lage.

I. Linker mit dem Digastricus zurück geschlagner Schenkel um seine Insertion am Proc. styloideus zu sehen.

K.K. Processus styloidei.

Ueber

# die Gleichzahl beider Geschlechter im Menschengeschlechte.

## Ein Beitrag

zu der höhern Ordnung der Dinge in der Natur.

Von Herrn Hufeland *).

Unter allen Geheimnissen der Natur ist das der Zeugung das höchste. Es ist eine fortdauernde Schöpfung, eine beständige Wiederholung des ersten Schöpfungsaktes, des göttlichen Wortes: Werde.

Aber in diesem Geheimniſs liegt ein zwiefaches Wunder, einmal, daſs ein neues Wesen aus der unsichtbaren Welt in die sichtbare eintritt, zweitens aber, daſs dieses Werden und Hervortreten in einem bestimmten und immer sich gleich bleibenden Verhältniſs in Beziehung auf die Erhaltung der Gattung geschieht, oder mit andern Worten, daſs die Schöpfung des Menschen immerfort in zwei Formen, der männlichen und der weiblichen, und diese wieder in einem feststehenden, ungestörten Zahlenverhältniſs beider zu einander, was die Gleichzahl beider Geschlechter hervorbringt, geschieht — ein Gegenstand, der gewiſs unsere gröſste Aufmerksamkeit verdient, und den wir hier einer genauern Untersuchung unterwerfen wollen.

*) Vorgelesen den 25. Julius 1819.

## Die Entdeckung dieses Naturgesetzes.

Schon in den ältesten Zeiten wurde dies Verhältnifs bemerkt und angenommen. Ja, die älteste Urkunde des Menschengeschlechts spricht es klar und bestimmt aus: „Gott schuf den Menschen, und zwar Einen männlichen und Einen weiblichen Menschen." — Die Monogamie, die sich offenbar hierauf gründet, war Sitte und Gesetz der Urwelt, der Patriarchen, des hohen Alterthums. — Aber wir finden nirgends Spuren, dafs die Alten hierüber genaue Untersuchungen angestellt hätten, so wie überhaupt alle statistischen Berechnungen ihnen fremd waren, und ein Eigenthum und Vorzug der neuern Zeit sind.

Erst in der neuesten Zeit hat man versucht, der Sache mehr auf den Grund zu kommen. Der erste war der Engländer Arbuthnot, Leibarzt der Königinn Anna, welcher im Jahre 1712 eine Abhandlung in den Philosophical Transactions Vol. 27. bekannt machte, worin er aus den jährigen Geburtslisten der Stadt London darthut, dafs ein immer bestimmtes Verhältnifs der männlichen Geburten zu den weiblichen, und zwar ein Ueberschufs der ersteren über die letztern, Statt finde, und dafs dies nicht eine Sache des Zufalls seyn könne, welches er mathematisch beweiset, sondern ein Beweis einer fortdauernden göttlichen Vorsehung sei.

Ihm folgte s'Gravesande, welcher einen Brief hierüber an Nieuwentyt mittheilte, den dieser mit mehreren Bemerkungen in seinem Werke bekannt machte *).

Das meiste Verdienst aber hat sich der würdige Süfsmilch, Probst zu Berlin und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, erworben, der durch eine Menge mühsamer Berechnungen und Vergleichungen endlich entdeckte, dafs ein bestimmtes Gesetz hierbei zum Grunde liege, nämlich das Verhältnifs von 21 männlichen zu 20 weiblichen Geburten **).

Diefs ist auch seitdem allgemein angenommen, und bestätigt gefunden worden.

Allge-

*) Nieuwentyt's rechter Gebrauch der Weltbetrachtung übers. von Segner. Jena 1747.

**) Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung desselben erwiesen von I. P. Süfsmilch. 3 Bände. Berlin, 1775.

## Allgemeinheit des Gesetzes über den ganzen Erdkreis.

Aber es gab noch immer, und bis auf den heutigen Tag, einige, welche glaubten, dafs dieses Gesetz nicht dem ganzen Menschengeschlechte eigen sei, sondern nach den Klimaten Ausnahmen erleide, und das in den heifsen Gegenden ein bedeutender Ueberschufs von weiblichen Geburten Statt finde. Diefs war aber blofs eine Vermuthung, die sich theils auf die dort beobachtete Polygamie, theils auf einige Reisebemerkungen, besonders Niebuhr's und Bruce's, theils auf irrige Voraussetzungen gründete. Aber es ist nicht schwer, den Ungrund aller dieser Beweise darzuthun. Denn, einmal, die Polygamie ist offenbar nur Sache des Luxus; die grofse Masse des Volks begnügt sich mit einer Frau *). Die auch im Orient entstandene jüdische und christliche Religion gebieten Monogamie, und der göttliche Stifter der letztern beruft sich dabei ausdrücklich auf das von Gott bei der Schöpfung gesetzte Einheitsverhältnifs beider Geschlechter. Matth. 19. 4. Ferner, die Nachrichten, die uns die Reisenden, Niebuhr und Bruce, darüber geben, besagen weiter nichts, als dafs sie mehr Weiber in Verhältnifs der Männer beobachtet, und in einzelnen Familien mehr weibliche, als männliche Kinder gefunden haben. Aber es kommt uns nicht auf das Verhältnifs der Lebenden, sondern der Gebornen an, worüber in nicht christlichen Ländern gar keine Verzeichnisse existiren, und, was die Lebenden betrifft, so vergifst man, dafs die meisten Weiber des Harems aus gekauften Sclavinnen bestehen, also aus andern Ländern herbeigeführte sind.

Ja man ist aus Vorliebe für diese Meinung so weit gegangen, anzunehmen, dafs eben die durch die Wollust in den südlichen Gegenden hervorgebrachte Schwächung der Männer Ursache der mehreren weiblichen Geburten sei, und selbst der treffliche Forster ist dieser Meinung. Aber abgesehen, dafs man fürwahr die Araber und Neger nicht für schwache Männer halten kann, so brauchen wir nicht erst nach Arabien zu gehen, um hierüber Erfahrungen zu sammeln. Wir finden auch in unsern Gegenden Beispiele genug von solchen durch Wollust äufserst entnervten Männern, wo dennoch durchaus kein Einflufs auf die Hervorbringung weiblicher

*) Wollte man diese Beweisart gelten lassen, so könnte man mit eben dem Rechte die Vielmannerei, die in Tibet und einigen andern Ländern herrscht, als Beweis ansehen, dafs in diesen Ländern mehr Knaben geboren würden, was doch keinesweges der Fall ist.

Geburten bemerkbar ist. Es sind mir Beispiele genug bekannt, wo das Gegentheil erfolgte. Ja, ich habe eins beobachtet, wo ein solcher Mann anfangs nur Mädchen zeugte, und erst, wie er älter und noch schwächer geworden war, folgten die Knaben, und zwar vier nach einander. Es ist ein blofses Vorurtheil und durch nichts erwiesen, dafs die Hervorbringung weiblicher Geburten ein Produkt geringerer Kraft sei, als die der männlichen.

Die Hauptsache aber ist, dafs wir jetzt bestimmte faktische Beweise besitzen, dafs das Verhältnifs der Geschlechter bei der Geburt auch in den andern Welttheilen dasselbe ist, wie bei uns.

Porter, Englischer Gesandter bei der Pforte, berichtet, dafs er nach genauen Erkundigungen gefunden habe, dafs das Vorgeben, als würden im Orient mehr Mädchen als Knaben geboren, eine Erdichtung der Reisenden, und durchaus nicht in der Wahrheit gegründet sei. Sie wären zu dieser Meinung durch die zahlreichen Harems der Reichen verleitet worden; diese beständen aber weit mehr aus ausländischen, gekauften Sklavinnen. — Auch fügt er die Bemerkung bei, dafs es durchaus irrig sei, wenn man glaube, dafs durch die Polygamie die Bevölkerung vermehrt werde. Er habe sich genau nach den Familien der Vielbeweibten erkundigt und gefunden, dafs sie gewöhnlich nicht mehr als 3 bis 6 Kinder hatten *).

Von China meldet der Pater Parrenin in einem Briefe an Mairan, dafs er darüber bei Chinesen Erkundigungen angestellt habe, welche ihn versichert, die Zahl der Geschlechter sei gleich **).

Aber nur erst, seitdem das Christenthum in den entferntesten Weltgegenden eingeführt worden, ist man durch die Taufe aller Neugebornen, und die damit verbundene Führung ordentlicher Taufregister in Stand gesetzt, genaue uud sichere Nachrichten über dieses Verhältnifs zu erhalten. So haben wir von der Mission zu Tranquebar eine Uebersicht von 17 Jahren vor uns, wo sowohl die Geburten der Europäer, als der Indianer genau aufgezeichnet sind, und wo das Verhältnifs bei den Eingebornen auf das genaueste mit dem aufgestellten Grundsatze zusammentrifft, nämlich bei den Europäern 156 Knaben auf 141 Mädchen, bei den Indianern 914 Knaben auf 857 Mädchen.

Von der Mission zu Calcutta giebt das vierjährige Register 1290

*) Philosophical Transactions. Vol. 49. p. 1.

**) Lettres édifiantes et curieuses. Recueil. 26.

Knaben, 1240 Mädchen, von fast lauter Tamulischen Eltern, also genau das Verhältnifs von 26 zu 25 *).

In Batavia wurden im Jahr 1748 gezählt: bei den Chinesen, Kinder unter 14 Jahren, 1065 Knaben 896 Mädchen, bei den Malayen 203 Knaben, 201 Mädchen, den Macassarn 691 Knaben 599 Mädchen, Javanern 5949 Knaben 5860 Mädchen, Total 54,000 männliche, 28,000 weibliche **).

Aber das allerentscheidenste Zeugnifs ist das, welches Humboldt ausspricht, der Reisende, dessen Scharfblicke nichts entgeht, was zur Aufklärung der Natur und des Menschengeschlechts dienen kann. Durch sein Zeugnifs ist die Sache nun völlig aufser Zweifel gesetzt.

Er sagt in dem Essai politique sur la nouvelle Espagne T. II. p. 56. „Wahrscheinlich ist es der Anblick der grofsen Städte, der die falsche Idee veranlafst hat, dafs in den heifsen Klimaten, und folglich in allen übrigen Gegenden der heifsen Zone, mehr Mädchen als Knaben geboren würden. Die Register, welche ich habe untersuchen können, gaben ein ganz entgegengesetztes Resultat. In der Hauptstadt Mexico wurden in dem Zeitraum von 5 Jahren von 1797 bis 1802 geboren

| | Knaben. | Mädchen. |
|---|---|---|
| Im Kirchspiel Sagnamo | 3705 | 3603. |
| — Santa Cruz | 1275 | 1167. |

Zu Panuco und Ygnala, zwei Orten, die in einem brennend heissen und sehr ungesunden Klima liegen, gab es in 9 Jahren nach einander kein einziges, wo nicht die männlichen Geburten die weiblichen übertroffen hätten.

Im Ganzen scheint mir das Verhältnifs der männlichen Geburten zu den weiblichen in Neu-Spanien wie 100 zu 97, welches noch einen Ueberschufs der männlichen gegen Frankreich giebt, wo das Verhältnifs ist wie 100 : 96."

Nicht uninteressant schien es mir zu seyn, auch den Israelitischen Menschenstamm, als einen der merkwürdigsten, isolirt gebliebenen Ueberrest der ältesten Patriarchenwelt und des Orients, dieser Untersuchung zu unterwerfen, und es fand sich, dafs hier von 893 Geburten, die in einer Reihe von 16 Jahren in Berlin erfolgt waren, 528 männliche und 365 weibliche gewesen waren, also ein sehr auffallender Ueberschufs des männli-

*) Süfsmilch a. a. O.

**) Naader Entdekkingen noopens den staat van hat menschelyk geslagt, in Valentin Beschryving van Amboina.

chen Geschlechts über das weibliche, wie 25 zu 18, — vielleicht eine Eigenthümlichkeit dieses Volkes, das so viele Eigenthümlichkeiten hat?

Es sollte also billig nicht mehr die Rede von jener Fabel des Ueberschusses des weiblichen Geschlechts über das männliche in den heifsen Klimaten seyn, und die Sache kann nun als entschieden angesehen werden, dafs es nur Ein Gesetz der Natur, nämlich das des Verhältnisses von 21 zu 20, (50 : 48½, 25 : 24), oder der völligen Gleichheit beider Geschlechter, über die ganze Erde gibt.

Denn eben dieser Ueberschufs des männlichen bei der Geburt dient nur dazu, die vollkommene Gleichheit nach den Jahren der Mannbarkeit herzustellen. Es hat sich nämlich gefunden, dafs bis zu dem vierzehnten Jahre mehr Knaben als Mädchen sterben, so dafs bis dahin der Ueberschufs der Lebenden, männlichen Geschlechts, bei der Geburt völlig gehoben ist. Nicht also, wie einige gemeint haben, dafs die Ueberzahl des männlichen auf die gröfsere Lebensgefahr in ihrem künftigem Beruf berechnet wäre, sondern darauf, dafs in der That in der Kindheit und ersten Entwickelungsperiode eine gröfere Sterblichkeit in der Natur und Organisation des männlichen Geschlechts liegt, wovon die Ursache die gröfsere Vollkommenheit der Organisation, der zu ihrer Entwickelung nöthige gröfsere Kraftaufwand der schaffenden Natur, die heftigere Reaction der Fasern, und die gröfsere Entzündlichkeit seyn mag.

Ja, dafs diese gröfsere Sterblichkeit des männlichen Geschlechts in der Entwickelungsperiode des Lebens schon in der ersten Organisation begründet sei, haben genaue Untersuchungen des Geschlechtsverhältnisses todtgeborner, also zum Theil schon im Mutterleibe gestorbener, Kinder dargethan.

## Vergleichende Blicke auf die Pflanzen- und Thierwelt.

Die grofse Frage ist nun: Wodurch wird es möglich, dafs diese wunderbare Ordnung bei allen Verschiedenheiten des Einzelnen im Ganzen aufrecht erhalten wird, oder, was eben das heifst, dafs das Gesetz in die Erscheinung eintritt? — Was ist hier das Vermittelnde zwischen der sichtbaren und unsichtbaren Welt? — Dieſs sei der Gegenstand der jetzigen Untersuchung, gewifs der angestrengtesten Nachforschung würdig, nicht blofs seiner selbst wegen, sondern weil er uns über den noch immer so geheimnifsvollen Zeugungsprozefs

überhaupt manche Aufklärungen hoffen läfst, bei dem man den Blick auf das Ganze noch zu sehr vergessen zu haben scheint.

Keine richtige Erklärung der Genesis des einzelnen Menschen ist möglich, ohne die Genesis des Menschengeschlechts im Ganzen mit in die Ansicht aufzunehmen, und diese wieder nicht ohne den Zeugungsprozefs der ganzen organischen Natur.

Der einzig sichere Weg schien daher der, die Natur zu befragen, und zwar im möglichst ganzen Umfange, um zu sehen, wie sich das Verhältnifs der Geschlechter in andern Reichen der Natur, durch alle Abstufungen der grofsen Kette organischer Wesen hindurch, verhält. — Nur allein durch das Fragen der Natur und durch das Verstehen ihrer Sprache ist wahre Wissenschaft der Natur möglich, und dadurch allein wissen wir, was wir wissen.

Leider aber ist gerade dieser Gegenstand von den Naturforschern noch bis jetzt zu wenig beachtet worden, und wir finden nur unvollkommene und fragmentarische Nachrichten. Die lehrreichsten Notizen darüber verdanke ich meinen verehrten Kollegen Link und Rudolphi, letzterem, theils aus seiner interessanten Schrift über das Schönheitsverhältnifs beider Geschlechter, theils aus Privatmittheilungen, die er die Güte gehabt hat mir zu geben.

Bei den Pflanzen finden sich zwar alle Verhältnisse, von einem männlichen zu einem weiblichen an, bis zu Hunderten gegen Eins. Es scheint also im Pflanzenreiche der Ueberschufs des männlichen Geschlechts über das weibliche (die Polyandrie) bei weitem das herrschende, und die Monogamie äufserst selten zu seyn.

Auch ist es bemerkenswerth, dafs auch in Absicht der Gröfse und Vollkommenheit beider Geschlechter das entgegengesetzte Verhältnifs im Pflanzenreich gegen das Thierreich Statt zu finden scheint. Die weibliche Pflanze ist in der Regel gröfser und schöner als die männliche.

Doch ist diefs nur der Fall bei den nicht getrennten Geschlechtern (Hermaphroditen), die hier weniger beweisen, und von denen hier eigentlich nicht die Rede seyn kann, da sie in einem Individuum vereinigt sind, und also die Erhaltung der Gattung nicht auf entfernten Faktoren beruht. Wichtiger für unsere Untersuchungen sind die Pflanzen mit getrennten Geschlechtern, welche mehr Analogie mit den Thieren haben. Aber auch hier finden wir ein Uebergewicht des männlichen Geschlechts über das

weibliche. Es ist eine bekannte Erfahrung, dafs auf einem Hanffelde mehr männliche als weibliche Pflanzen aufgehen. Auch bei den Weiden- und Pappelarten findet man weit mehr männliche als weibliche.

Bei den Würmern ist's noch häufig der Fall, dafs, wie bei den Pflanzen, beide Geschlechter in einem Individuum vereinigt sind; doch begatten sie sich nicht selbst, sondern zwei Individuen begatten sich zu gleicher Zeit männlich und weiblich. Bei den Eingeweidewürmern sind zwei Ordnungen mit getrennten Geschlechtern, und in diesen findet man ein unendliches Uebergewicht der Weibchen über die Männchen. Ja von einer Art (Ox yuris) hat bis jetzt noch Niemand ein Männchen entdeckt.

Bei den Insekten scheint im Ganzen die nämliche Regel obzuwalten, obgleich auch hier grofse Verschiedenheit gefunden wird. Bei den Bienen tritt zwar nur ein Weibchen gegen viele Männchen hervor; aber alle die sogenannten Zwitter oder Arbeitsbienen sind unentwickelte Weibchen, und unter gewissen Umständen könnte jede entwickelt und Königinn werden. Bei den Ameisen sind auch die sogenannten Zwitter oder Amazonen unentwickelte Weibchen.

Bei den Fischen soll zwar, nach Bloch, das männliche Geschlecht häufiger seyn, aber man mufs bedenken, dafs hier gar keine eigentliche Begattung Statt findet, sondern das Weibchen eine unendliche Menge Eyer von sich giebt, die nachher erst das Männchen befruchtet, folglich auch hier der Ueberschufs, wenigstens im Produkt, auf Seiten des weiblichen Theils ist. Auch behauptet Staunton (Reise nach China), dafs die Robbenfänger, die ihre Beobachtungen von vielen Tausenden hernehmen, immer 30 Weibchen auf ein Männchen rechnen.

Ueber die Amphibien hat man in dieser Hinsicht wenig Nachrichten. Nur bei der gemeinen Eidechse (*Lacerta agilis*) hat sich Rudolphi selbst überzeugt, dafs das männliche Geschlecht viel seltener vorkommt, als das weibliche.

Bei den Vögeln hat das weibliche Geschlecht entschieden das Uebergewicht über das männliche, und von den Eyern sind gewöhnlich zwei Drittheil weiblich. Doch finden wir hier schon einzelne merkwürdige Beispiele von Monogamie, die jedoch andere Ursachen haben können, als die absolute Gleichheit der Geschlechter.

Bei den Säugethieren findet sich bei weitem am häufigsten Polygamie, auf dreifsig, vierzig weiblichen Geschlechts ist eins männlichen

Geschlechts hinreichend. Daher sich schon mit Recht schliefsen läfst, dafs eine gröfsere Anzahl weiblicher geboren werde.

Doch scheint, dafs, je vollkommner die Thiere werden, und je mehr sie sich den monogamischen nähern, desto mehr gewinnt das männliche Geschlecht die Oberhand. So z. B. bei dem Pferde.

Es scheint also bei den Thieren im Allgemeinen ein Ueberschufs des weiblichen Geschlechts über das männliche Statt zu finden. Bei den Menschen findet sich constant das Gegentheil, ein Ueberschufs des männlichen über das weibliche, welches in der Folge die völlige Gleichheit der Geschlechter hervorbringt.

## Neue Forschungen und Entdeckungen im Gebiete des Menschengeschlechts.

Aber wir kommen nun zu dem Hauptgegenstand unserer Untersuchung. Wie ist es möglich, dafs im Menschengeschlecht, bei den noch viel gröfseren Verschiedenheiten und Zufälligkeiten des Zeugungsprozesses im Einzelnen, bei dieser freiern, durch keinen Instinkt gebundenen, der Zügellosigkeit, der Unnatur hingegebenen, Gattung, dennoch diese wunderbare Gleichheit im Ganzen erhalten wird?

Die Sache schien mir sowohl in Absicht ihres Einflusses als ihres Grundes von solcher Wichtigkeit, dafs ich mir vornahm, sie zum Gegenstand einer neuen sorgfältigen Untersuchung zu machen.

Ich beobachtete dabei folgenden Gang. Zuerst mufste untersucht werden: Wo fängt zuerst an, das Gesetz dieses so bestimmten Verhältnisses in die Erscheinung einzutreten? Wo sind gleichsam die Elemente dieser wunderbaren Ordnung zu suchen? Von diesen, den einzelnen Elementen, mufste nun stufenweise zum Ganzen fortgeschritten werden.

In den Individuen fand sich das Verhältnifs offenbar nicht. Denn wir sehen ganze Familien, wo nichts wie Knaben, und wieder andere, wo nichts wie Mädchen geboren werden, und fast nirgends eine, wo die Zahl beider Geschlechter in gleichem Verhältnisse wäre.

Ich ging also nun zur Vereinigung mehrerer Familien über, von 20, 30, 50 auf einen Punkt, zu kleinen Dörfern von 150 bis 300 Menschen. Aber auch hier fand ich das nämliche Verhältnifs, wie bei einzelnen Familien. Manches Jahr wurden in einem solchen Dorfe blofs Knaben geboren,

manches Jahr blofs Mädchen. Ja zuweilen einige Jahre nach einander nur Kinder von einerlei Geschlecht. Endlich fiel mir ein, die Zahlen von 10, 15, 20 und mehr Jahren zusammen zu rechnen, und siehe, nun trat wieder das Grundverhältnifs hervor von 21 zu 20, wie die Tabellen beweisen *). Tab. I. II. III. IV. V.

Ich ging nun noch weiter. Was sich bei kleinen Menschencongregationen alle 10 Jahre ereignet, das, dachte ich, mufs sich bei gröfseren in kürzeren Zeiträumen darstellen. Ich nahm die Geburtslisten der Städte von 10,000 und mehreren Einwohnern, und fand, dafs hier in den einzelnen Monaten eben so wenig, wie dort in den einzelnen Jahren, das Verhältnifs zu finden war, aber am Ende des Jahres, also in soviel Monaten, wie dort in Jahren, trat das richtige Verhältnifs wieder hervor. Tab. VI. VII.

Bei gröfseren Städten über 50,000 Menschen fand sich das Verhältnifs schon alle halbe Jahre. Tab. VIII.

Bei noch gröfsern von 200,000 und darüber, alle Wochen. Berlin, das sich dieser Menschenzahl nähert, nähert sich auch schon wöchentlich diesem Verhältnifs, wie die Tabellen IX und X zeigen.

Endlich stieg der Gedanke in mir auf: Was sich bei Hunderttausenden in jeder Woche ereignet, geschieht vielleicht bei Millionen in einem Tage. — Durch die hohe Vermittelung Sr. Excellenz des Herrn Staatsministers Freiherrn von Schuckmann wurde es mir möglich gemacht, die Listen von der Geburt eines Tages aus der ganzen Preufsischen Monarchie, also von einer Zahl von 10 Millionen Menschen, zu erhalten. Und mit Erstaunen und freudiger Ueberraschung fand ich meine Vermuthung bestätigt. Es waren an diesem Tage, trotz der Verschiedenheiten der einzelnen Provinzen (wo in manchen noch einmal so viel von einem Geschlecht geboren waren), dennoch in Summa geboren worden: 587 Kinder männlichen und 556 weiblichen Geschlechts, also auch wieder das Verhältnifs von 29 zu 27½, welches dem von 21 zu 20 sehr nahe kommt. — Ja selbst schon drei, vier Provinzen zusammengerechnet, waren hinreichend, wenn nur die Zahl ihrer Geburten mehrere Hunderte betrug, um das Verhältnifs herzustellen.

Folgende Tabelle wird diese Sache ausführlich darstellen:

Am

*) Es sind nur seltene Ausnahmen, wo eine längere Zeitperiode nöthig ist.

Am 1. August 1816 wurden geboren:

| Name des Regierungs-Departements. | | Knab. | Mäd. |
|---|---|---|---|
| Preufsen. | Königsberg | 39 | 21 |
| | Gumbinnen | 21 | 21 |
| Westpreufsen. | Danzig | 18 | 12 |
| | Marienwerder | 17 | 25 |
| Brandenburg. | Berlin | 7 | 10 |
| | Potsdam | 30 | 19 |
| | Frankfurt | 33 | 29 |
| Pommern. | Stettin | 7 | 14 |
| | Coeslin | 17 | 8 |
| Schlesien. | Breslau | 26 | 31 |
| | Reichenbach | 16 | 20 |
| | Liegnitz | 24 | 34 |
| | Oppeln | 38 | 35 |
| Posen. | Posen | 43 | 39 |
| | Bromberg | 21 | 20 |
| Sachsen. | Merseburg | 24 | 37 |
| | Magdeburg | 36 | 24 |
| | Erfurt | 12 | 10 |
| Westphalen. | Munster | 15 | 15 |
| | Minden | 24 | 17 |
| | Arnsberg | 20 | 21 |
| Cleve-Berg. | Coeln | 24 | 20 |
| | Düsseldorf | 15 | 16 |
| | Cleve | 11 | 13 |
| Nieder-Rhein. | Koblenz | 18 | 20 |
| | Aachen | 16 | 14 |
| | Trier | 15 | 13 |
| | Summa | 587 | 556 |

Gehen wir nun noch weiter, und nehmen an, dafs etwa 1000 Millionen Menschen auf dem ganzen Erdboden leben, so würde sich, wenn man das Ganze überschauen könnte, nach obiger Progression wahrscheinlich finden, dafs jeden Augenblick ein Mensch männlichen und einer weiblichen Geschlechts geboren würde, und wir ständen wieder vor dem Akt der ersten Schöpfung, der sich jeden Augenblick wiederholt, und der auch männlich und weiblich zugleich war.

Genug, es war nun entschieden, dafs der Fortgang der Zeit das ausgleichet, was der Gegenwart an diesem Verhältnifs fehlt, und dafs eine gewisse Menschenmenge, die Zeit, und der Ort, die geheimnifsvollen Faktoren sind, die diese Gleichung hervorbringen und darstellen.

## Folgerungen.

So weit die faktischen Forschungen! — Das Gesetz ist gefunden und genau bestimmt. Es erfüllt uns mit Bewunderung und Staunen. Aber sind wir dadurch weiter gekommen in der Erklärung der Sache? Wissen wir nun das Wie dieser Erscheinung?

In so fern, glaube ich, sind wir allerdings ihr näher gekommen, dafs es dadurch nun aufser allen Zweifel gesetzt ist, sie liege höher, als die Gesetze des individuellen Lebens, höher als die Gesetze der gewöhnlichen Physik und Physiologie, und es gebe eine höhere Ordnung der Dinge, die das Leben der Gattung regiert.

Hierüber erlaube man mir noch einige fragmentarische Bemerkungen.

## Verschiedene Meinungen über die Ursache der Geschlechtsverschiedenheit.

Man hat geglaubt, die Sache dadurch zu ergründen, wenn man die Ursachen der Geschlechtsverschiedenheit bei der individuellen Erzeugung entdeckte, und man hat grofse Mühe darauf verwendet, ja es sind einige so weit gegangen, zu glauben, man könne es dadurch dahin bringen, nach Willkühr Knaben und Mädchen zu erzeugen.

Wir wollen hier die vorzüglichsten Hypothesen durchgehen.

Die älteste und gewöhnlichste Meinung war die, dafs die Verschiedenheit des Geschlechts ihren Grund in der Duplizität der Geschlechtsorgane habe, und dafs ein Testikel für die männliche, der andere für die weibliche Geschlechtserzeugung bestimmt sei. Dasselbe gelte auch von den Ovarien bei dem weiblichen Geschlechte. Aber diefs ist durch häufige Versuche bei Menschen und Thieren hinlänglich widerlegt worden. Man hat nach einseitigen Kastrationen bei männlichen und weiblichen Subjecten, desgleichen nach Krankheiten, die eins von beiden Organen zerstörten, dennoch ohne Unterschied beide Geschlechter erzeugt gesehen. Und selbst,

wenn dieſs gegründet wäre, so wäre ja damit noch nicht die Zahlengleichheit der Produkte erklärt.

Eben so wenig kann die zweite Meinung, die man zur Erklärung des Geschlechtsunterschiedes aufstellt, als statthaft angenommen werden: daſs nämlich die Geschlechtsverschiedenheit des Produktes von der überwiegenden Reizbarkeit und Kraft des männlichen oder weiblichen Theils der Erzeuger herrühre. Denn abgerechnet, daſs dadurch das für die Erhaltung des Ganzen so wichtige, und auch in der Erscheinung so genau sich bewährende Gesetz wieder ein Spiel des Zufalls würde, widerlegt sie auch die Erfahrung hinlänglich, indem wir Ehen sehen, wo anfangs bei noch auffallend überwiegender Kraft des Mannes nur Mädchen, und zuletzt bei schon erschöpfter Kraft und Gesundheit desselben noch eine ganze Reihe von männlichen Produkten zum Vorschein kommen. Auch würde dann die Entstehung der Zwillinge und Zwitter gar nicht erklärbar seyn.

Endlich hat man sogar angenommen, die Saamenthierchen (Infusorien) seien die ersten Keime der künftigen Geschöpfe, und in ihnen sei schon von jeher die bestimmte Proportion beider Geschlechter prädestinirt und begründet. Aber wie läſst sich dadurch die Gleichheit der Produkte erklären? woher kommt es, daſs von den unzähligen, bei jedem Zeugungsakt mitgetheilten, nur eben ein männliches oder ein weibliches zur Befruchtung kommt, wie der Verlust derselben bei nicht fruchtbaren Entleerungen (Pollutionen)?

Der treffliche Osiander *), der scharfsinnige Forscher der Natur, nimmt an, in welchem von beiden Geschlechtern bei der Zeugung die animalische Electricität überwiegend sei, dessen Geschlecht werde auch hervorgebracht. Daher auch die Periode der monatlichen Reinigung darauf Einfluſs habe, und Kinder, gleich nach ihr erzeugt, gewöhnlich weibliche seien. — Aber wenn dieſs auch wirklich wäre, so wird dadurch die gleiche Proportion beider Geschlechter nicht erklärt.

Dieſs führt uns auf den Einfluſs des Mondes und der Gestirne, den man auch zur Erklärung zu Hülfe gerufen. Es war natürlich, daſs man bei der Unzulänglichkeit der individuellen und tellurischen Ursachen auf höhere, kosmische Einflüsse verfiel, um so mehr, da wenigstens der Mond

*) Series observationum de homine quomodo fiat et formetur etc.

und sein Cyklus offenbar in einem gewissen Verhältnifs zur weiblichen Geschlechtsnatur und den Perioden der Menstruation und Schwangerschaft zu stehen scheinen. — Aber genaue Beobachtungen haben durchaus nicht bestätigt, dafs bei einer Mondphase mehr von dem einen, bei einer andern mehr von dem andern Geschlecht erzeugt würden. Auch würde dann eine gewisse regelmäfsige Succession in dieser Erscheinung Statt finden. Ja sie würde dadurch ebenfalls der Willkühr unterworfen.

Aber es bedarf in der That keiner Widerlegung weder der bisherigen, noch aller zu erwartenden, Hypothesen, das Phänomen aus solchen Ursachen zu erklären, die auf individueller Bestimmung und Willkühr beruhen, da man mit Gewifsheit den Grundsatz aussprechen kann: Es kann nicht seyn. Etwas worauf die Erhaltung der Gattung beruht, kann nicht individuellen Verhältnissen anvertraut seyn, wodurch es ja dem Zufall, ja bei Menschen der Willkühr unterworfen würde. Was sollte wohl daraus werden, wenn der Geschlechtsunterschied von individuellen und willkürlichen Bedingungen herrührte? — Nicht blofs individuelle und zeitliche Rücksichten würden alle Augenblicke in die Ordnung der Natur eingreifen. Selbst Staatsabsichten würden nicht unterlassen, davon Gebrauch zu machen; man würde fabrikmäfsig zu Werke gehen; und ein kriegerischer Staat zum Beispiel, würde es bald dahin zu bringen wissen, dafs noch einmal so viel Jungen als Mädchen producirt würden.

## Nothwendige Trennung zweier Fragen.
## Wahrscheinliche Ursache der Geschlechtsverschiedenheit.

Aber mich dünkt, man müsse wohl unterscheiden die beiden Fragen: Was ist der Grund, dafs bei der Zeugung zweierlei Geschlechter entstehen? und: Was ist der Grund, dafs diese immer im gleichen Verhältnisse hervortreten?

Was die erste Frage betrifft, so macht es wohl allerdings die Analogie der andern Thierklassen, nämlich der Eyerlegenden, sehr wahrscheinlich, dafs der Grund in den Individuen, und zwar den weiblichen, zu suchen ist, welches offenbar die Keime der künftigen Schöpfung, die Eyer, enthält. Bei den Fischen befruchtet nämlich das männliche Sperma eine Menge vom Weibe gegebener Eyer aufserhalb des Leibes zugleich, und es entstehen verschiedene Geschlechter daraus, woraus offenbar erhellt, dafs,

da die lebenserregende Ursache, der Saame, derselbe ist, der Grund des verschiedenen Geschlechts im Ey selbst enthalten seyn müsse, und also es zweierlei präformirte Keime oder Eyer, männliche und weibliche, geben müsse. Bei den Vögeln geschieht dasselbe. Auch die Säugethiere und der Mensch entstehen aus dem Ey, nur mit dem Unterschiede, dafs es innerhalb des Mutterleibes sich entwickelt, und es liefse sich also wohl als das wahrscheinlichste annehmen, dafs jedem Weibe ursprünglich eine gleiche Anzahl oder ein bestimmtes Verhältnifs männlicher und weiblicher Eyerkeime gegeben ist. — Dafs diefs Verhältnifs nicht in jedem zur Wirklichkeit kommt, liefse sich durch individuelle, ja selbst zufällige, Ursachen erklären, welche in dem einen Subject nicht die männlichen, in dem andern nicht die weiblichen Keime, wenigstens nicht im gehörigen Verhältnifs, zur Vollendung kommen lassen *). — Auch liefse sich immer noch denken, dafs die qualitative Verschiedenheit manches männlichen Sperma mehr die männlichen, manches mehr die weiblichen prädestinirten Eyer anspreche, und zum Daseyn hervorrufe.

## Unzulänglichkeit, aus dieser und andern Ursachen das immer gleichbleibende Verhältnifs der Geschlechter zu erklären.

Aber alles dieses zugegeben, so ist damit die zweite Frage noch nicht erklärt: Wie geht es zu, dafs die Zahl dieser zweifachen Erzeugungen constant und im Ganzen und an allen Orten in gleichem Verhältnisse bleibt?

Denn gesetzt auch, die Gleichheit oder das bestimmte Verhältnifs ist jedem Individuum von der Schöpfung an gegeben, so sehen wir ja doch, dafs es nicht in jedem Individuum zur Wirklichkeit kommt, dafs es folglich durch eine Menge Ursachen verhindert werden kann, im Individuum hervorzutreten. Ja selbst in der Vereinigung mehrerer Individuen erscheint es nicht, wie sich oben in kleinen Orten gezeigt hat, wo im Verlauf eines ganzen Jahres, ja mehrerer Jahre, zuweilen nur Knaben, zuweilen nur Mädchen geboren werden, folglich ganze Jahre lang die Eyer eines Ge-

*) Eben lese ich die interessanten Versuche, die Herr Herold in seinem Werke: Entwikkelungsgeschichte der Schmetterlinge, mitgetheilt hat, und deren Resultat vollkommen meine Meinung bestatigt. Es ist namlich diefs: Es liegt bereits in der durch die bildende Kraft beseelten Flüssigkeit der Schmetterlinge der Grund des Geschlechts.

schlechts unbefruchtet oder unentwickelt bleiben. Erst bei gröfseren Zahlen von zwei und mehreren Hunderten tritt es hervor.

Man hat es nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und des Zufalls zu berechnen gesucht, aber auch diese reichen hier nicht zu.

Denn ich frage, wie wird man daraus erklären können, dafs, bei der unendlichen Verschiedenheit des Zufalls, dennoch jeden Tag bei grofsen Summen die gleiche Zahl beider Geschlechter geboren wird? Und dann wieder bei kleinern Menschenmassen die Zahl nach Verlauf von 10 Jahren wieder ins gleiche Verhältnifs tritt? Auch haben schon Arbuthnot und Nieuwentyt diefs weitläuftig mathematisch auseinander gesetzt und den Ungrund klärlich dargethan.

Ja, was noch mehr sagen will, auch das Ortsverhältnifs kommt hier in Betracht; denn, wenn wir auch die im voraus in der Anlage gegebene Gleichheit annehmen, so kommt ja diese Anlage nicht überall zur Wirklichkeit, und so könnte es ja geschehen, dafs im Ganzen in einer Gegend doch mehr Knaben, in andern mehr Mädchen zum Daseyn kämen, wie wir auch in kleinen Orten wirklich sehen. Ja bei der General-Tabelle von einem Tage wird in einer Gegend die doppelte Anzahl Knaben geboren, in einer andern die Hälfte weniger, und wenn wir eine solche von jedem Augenblick von der ganzen Erde haben könnten, so würde vielleicht der Knabe in Europa, und das Mädchen in Amerika geboren. — Woher kommt also demohnerachtet die gleichförmige Verbreitung beider Geschlechter über den ganzen Erdboden, und auch wieder in jedem kleinen Orte, so dafs am Ende die Zeit das Verhältnifs wiederherstellt?

Selbst das Polaritätsgesetz, womit man jetzt in der Physik so manchen Knoten zerhaut, wird uns hier nicht aushelfen. Denn ich frage, was haben wir damit gewonnen, wenn wir annehmen, dafs die männliche Genesis auch immer ihren entgegengesetzten Pol, die weibliche, hervorrufe? — Bleibt uns nicht noch die Frage übrig: Wo? — Und wie geht es zu, dafs dennoch auch im Raume die gleiche Vertheilung der Geschlechter Statt findet?

## Gränze des menschlichen Denkens. Nothwendigkeit der Annahme einer höher liegenden Ursache.

Fürwahr, hier sind dem menschlichen Denken seine Gränzen ge-

setzt, und wir müssen mit Demuth und Anbetung ausrufen: Du hast uns gemacht, und nicht wir selbst. — Du schenktest uns einen Strahl deines Lichts; aber so wie das Geschöpf zu dem Schöpfer sich verhält, so die menschliche Vernunft zu der göttlichen. Und eben dadurch erhält sie das wahre Unterpfand ihres göttlichen Ursprungs, dafs sie diefs einsieht, und dafs sie erkennt, es existire etwas Höheres als sie, es existire eine Unbegreiflichkeit.

Hier verschwindet in der That jeder Schatten von Nothwendigkeit, von dem mit Recht angenommenen Grundgesetz der Natur; hier stofsen wir auf einen Punkt, wo alle Naturgesetze, ja jede Möglichkeit derselben, uns verlassen, und wo wir an eine höhere Ordnung der Dinge glauben müssen, in welcher die Endlichkeit an die Unendlichkeit angrenzt, und in welcher jene geheime Macht fortwirkt, die unaufhörlich ihre Schöpfung trägt und hält; an eine fortdauernde Schöpfung, wo das erste schöpferische Werde, was Alles zum Daseyn rief, forttönt von Ewigkeit zu Ewigkeit, wo jeder Augenblick des Daseyns eines Wesens eine neue Schöpfung ist, und wo selbst die sogenannte Naturnothwendigkeit nicht mehr als todter Mechanismus erscheinet, sondern als die unaufhörliche Offenbarung der Gottheit, ihres Willens und Daseyns, und eben der höchsten Freiheit, in welcher sich die uns scheinbaren Beschränkungen zur höchsten Idee des All auflösen.

Das kindliche Gemüth nennt es die Vorsehung. — Giebt es wohl ein besseres Wort dafür?

## Vereinigung der sinnlich-empirischen Untersuchung mit der höhern Ansicht.

So wie es eine Nemesis in der moralischen Welt giebt, so giebt es auch ein geheimes Gesetz des Gleichgewichts in der physischen.

Es giebt eine höhere Ordnung der Dinge auch in der Natur. Hinter der sichtbaren lebt eine unsichtbare Welt, die sich durch jene offenbaret.

Allerdings können wir in dieser Erdensphäre die Natur nur ergreifen, aber nie begreifen. Nur das, was von ihr in die Erscheinung tritt, sorgfältig auffassen, die Gesetze ihres Wirkens auffinden, daraus neue Kombinationen, und daraus wieder neue Resultate und Schlüsse hervorbringen,

die uns in der Erkenntnifs und der Vollkommenheit des Wissens weiterbringen.

Dieser sinnlich-empirische Weg bleibt ewig der einzige, in der Naturkenntnifs weiter zu kommen. Nur sollen wir uns hüten, in den Wahn zu verfallen, als sei nun auch gar nichts weiter vorhanden, als was sich uns sinnlich darstellt, und als hätten wir das begriffen, was wir doch nur ergriffen haben. Wir sollen nicht über das Sichtbare das Unsichtbare verlieren, und durch die empirische Ansicht auch empirische Menschen werden; nicht wähnen, als habe Gott die Welt nur einmal geschaffen, und seitdem gehe Alles nach einem mechanisch nothwendigen Gesetz von selbst so fort; sondern uns überzeugen und davon durchdrungen werden, dafs dieselbe ewige Kraft, die die Natur und ihre Gesetze aus Nichts ins Daseyn rief, immer dieselbe bleibt, und immer fortfährt, sie zu tragen und zu halten. In Gott und durch Gott allein leben, weben und sind wir.

## Aufgabe für beide Klassen der Naturforscher, die Empiriker und die Naturphilosophen.

Es scheint mir daher diese Aufgabe sehr lehrreich für die beiden Klassen, in die jetzt das Reich der Naturforscher zerfällt. Die eine, welche das Geheimnifs in der Natur verkennt, und nichts für wahr und existirend annimmt, als was sie mit Händen, d. h. mit ihren Sinnen, greifen kann, — um ihr klärlich zu zeigen, dafs dennoch etwas Höheres, nicht zu Begreifendes, in der Natur wirklich existirt. — Und die andere, welche Alles begreift, Alles erklärt, die Welt selbst schafft und construirt, ja, sich Gott gleich wähnt, — um ihr ein Phänomen darzustellen, was sie mit allem Aufwand von Naturphilosophie dennoch nicht erklären kann, und was ihr ebenfalls klärlich darthun wird, dafs es etwas Höheres in der Natur giebt, als ihre Philosophie; denn ich fordere sie hiermit auf, mir eine befriedigende Erklärung dieser Erscheinung zu geben.

## Verschiedene Stufen der Schöpfung.

Die Natur ist eine fortdauernde Schöpfung. Das Werden der Dinge, oder, welches eben das heifst, das Hervortreten derselben aus der

der unsichtbaren Welt in die Sichtbarkeit, geschieht in zwei Grundformen, durch die sich die Natur selbst in zwei Welten theilt.

In der einen geschieht es durch das Zusammenwirken der allgemeinen Naturkräfte; wir nennen sie die unorganische Welt.

In der andern durch das Individuum und eine aus ihm geschehende Entwickelung, das heifst, durch eine, aus der gröfsern gebildete, aber in sich selbst ein geschlossenes Ganzes ausmachende, ein inneres Einheits- und Selbst-Erhaltungsprinzip besitzende, und sich selbst und ihresgleichen reproducirende, kleine Welt. Wir nennen sie die organische Welt. — Wir könnten sie eben so gut die individuelle nennen, denn das Wesentliche derselben besteht darin, dafs der Grund ihres Daseyns und ihrer Gestaltung nicht Produkt des allgemeinen Naturlebens, sondern das Werk eines ihnen eigenen, selbstständigen, selbstthätigen und eigenthümlich gestalteten Lebens (des Individuums) ist. — Folglich der erste Schritt zur Freiheit.

Nun aber zeigen sich uns mehrere, und immer höher führende, Stufen der Freiheit, welche eben so viel Hauptformen der organischen Wesen bilden.

Die niedrigste, noch festgewurzelt am Boden (sei er fest oder flüssig) ohne willkürliche Bewegung; die Geschlechter noch in einem Individuum vereint. (Die Pflanzen.)

Die zweite, höhere Stufe: Losgetrenntheit vom Boden, Freiheit der Ortsbewegung, willkürliche Bestimmung. Und hier die beiden Geschlechter getrennt in zwei Individuen, der Gegensatz höher gesteigert, mit der individuellen Willkühr verbunden; aber der Zeugungsakt noch untergeordnet dem Gesetz des Instinkts, selbst der Zeit — an gewisse Zeiten gebunden — (die Thiere.)

Die dritte, höchste Stufe: Geistige Freiheit des Ichs, der Selbstbestimmung; Losgetrennheit nicht blofs von der allgemeinen Naturnothwendigkeit, vom Boden, sondern auch von der individuellen organischen Natur, vom thierischen Trieb und Instinkt; Uebertritt in eine höhere geistige Welt, der die Natur selbst untergeordnet ist; ja Freiheit nach höherer Selbstbestimmung bis zur Zerstörung des eigenen Ichs. Hier also auch völlige Willkühr und Freiheit in Absicht des Zeugungsprozesses, Unterordnung desselben unter höherliegende Gesetze.

## Der Mensch, ein neuer Abschnitt der Schöpfung, ein Wesen höherer Natur.

Mit dem Menschen fängt demnach ein ganz neuer Abschnitt in der Schöpfung an. — Die höhere geistige Freiheit tritt in die Natur ein. — Somit auch ein ganz neues Verhältnifs seiner Natur selbst, eine ganz andere Ordnung der Dinge. Selbst die Thierheit im Menschen ist nicht mehr wahre Thierheit, selbst seine Organisation ist auf jene höhere Welt des Geistes und der Freiheit berechnet, in die sich hineinzuleben seine eigentliche Bestimmung ist. Der Mensch ist göttlichen Geschlechts, und auch sein Physisches trägt diesen Charakter.

Dieſs hat man, wie mir scheint, übersehen, wenn man den Menschen in der Natur als bloſsen Naturgegenstand und Erdgebornen betrachtete, und jene Rücksicht bloſs den Moralisten überliefs. Aber auch der Naturforscher muſs sie aufnehmen; sonst wird er selbst die physische Natur des Menschen nie richtig verstehen und deuten.

## Höhere Natur des Zeugungsakts im Menschen. Naturbegründung und Heiligkeit der Ehe.

Nirgends zeigt sich dieſs deutlicher, als in dem Akt der Zeugung. Es ist bei dem Menschen ein Akt, der in die Ewigkeit, in das höhere Geisterreich eingreift; durchaus nicht ein bloſs animalischer Prozeſs, wie im Thierreich.

Daher ist der Geschlechtstrieb im Menschen der Naturnothwendigkeit entzogen, nicht wie bei Thieren an gewisse Zeiten und eine unwiderstehliche Art von Wuth (Brunst) gebunden, sondern immer vorhanden, immer zu befriedigen, aber, durch gewisse, natürliche Ausleerungen, in beiden Geschlechtern, die nur bei Menschen existiren, dem thierischen Gesetz der Nothwendigkeit entzogen, und dadurch seine moralische Freiheit gerettet.

Daher das Herabsinken des menschlichen Zeugungsakts zum gemischten Begattungsakt, gleich den Thieren, eine der gröſsten Degradationen der menschlichen Natur ist, und zerstörend, sowohl auf das Einzelne, als auf die Gattung wirkt. Alle Menschen gehen zu Grunde, die sich dieser Thierheit hingeben, und alle Völker, bezeuget die Geschich-

te, sind untergegangen, bei denen diese Thierheit herrschende Sitte wurde. Dieſs und allgemeine Verkäuflichkeit sind immer die sichersten Vorboten der Selbstauflösung und des Unterganges eines Staats.

Daher muſs dieser Akt im Menschen geheiligt, auf höhere moralische Zwecke bezogen, ein unauflösliches Band zweier Herzen, ein Gottesdienst, werden, wenn er der Menschennatur würdig, und für das Ganze ersprieſslich werden soll. Genug, er muſs Ehe werden.

Und folglich ist die Ehe und ihre Heiligkeit keine Menschenerfindung oder Menschensatzung, sondern in den tiefsten Gesetzen der menschlichen Natur begründet, und nur die eheliche Erzeugung eines Menschen ist eine wahrhaft menschliche Erzeugung, die dem Menschengeschlecht wahre, das heiſst, durch elterliche Liebe entwickelte und sittlich gebildete Menschen giebt. Die gewöhnliche Plusmacherei und finanzielle Staatsverwaltung, die Alles, auch den Menschen, nur als Zahlen betrachtet, und nur die Menschenvermehrung, gleichviel, ob auf rechtlichem oder unrechtlichem Wege, befördert, vermehrt nicht die Menschen, sondern nur Thiere in Menschengestalt.

Dieſs Gesetz der Gleichheit der Geschlechter ist also in dem Menschengeschlecht von sehr hoher Bedeutung. Bei den Thieren ist es genug, daſs die Gattung erhalten werde, daher Ueberschuſs des weiblichen, der Mutter. Bei dem Menschengeschlecht aber soll nicht bloſs das Menschenthier, sondern auch der Gott im Menschen geboren, und durch seine Zeugung eine neue Welt, die höhere, geistige, moralische, ein Reich Gottes auf Erden, erschaffen und verwirklicht werden. — Dazu gehört Gleichheit der Geschlechter, ein Mann und eine Frau, Monogamie, und es ist ein neuer Beweis der Göttlichkeit der christlichen Religion, die sie zum Religionsakt und Gesetz machte. — Durch sie allein erzeugt sich die höhere Liebe, die den Menschen veredelt, und die mit ihrer Sehnsucht bis in den Himmel reicht. — Durch sie allein wird der zweiten Hälfte des Menschengeschlechts, der weiblichen, gleiches Recht und gleiche Würde zuerkannt, da es aufserdem, wie alle polygamischen Völker zeigen, zum bloſsen Werkzeug, zur Sklavin herabsinkt. — Durch sie allein wird Enthaltsamkeit, Beschränkung des Triebes, geboten, und dadurch die wahre Menschenkraft, die moralische, am meisten geübt und gestärkt. Denn die höchste Kraft des Menschen ist Entsagung, Ueberwindung der Thierheit,

seines eignen Ichs. Erfahrung und Geschichte lehren uns, dafs alle Völker, welche Monogamie, Heiligkeit der Ehe, ehrten, die polygamischen überwanden, und die Ueberlegenheit des Europäers über die Völker der andern Welttheile mufs zum Theil darin gesucht werden.

## Vereinigung der Freiheit und Nothwendigkeit.

Endlich giebt uns diese Erfahrung ein schönes Bild, eine recht sichtbare Darstellung, des grofsen Räthsels der Welt, der höchsten Aufgabe aller Philosophie: der Vereinigung der Freiheit mit der Nothwendigkeit. — Bei aller Freiheit des Individuums, bei aller scheinbaren Zufälligkeit des Zeugungsakts, ist doch derselbe einer höhern Macht, einer höhern Ordnung der Dinge untergeordnet, die das Ganze nach der Bestimmung des Ganzen leitet, so dafs die individuelle Freiheit, ohne ja wider ihren Willen, den Zweck des Ganzen fördern mufs, und ohne es zu wissen nach höhern und unbekannten Gesetzen handelt.

## *Resultate.*

1) *Bei den Thieren hat in der Regel das weibliche Geschlecht in der Zahl ein bedeutendes Uebergewicht über das männliche.*

2) *Bei dem Menschengeschlecht allein steht das Gesetz fest, dafs das männliche Geschlecht bei der Geburt einen kleinen Ueberschufs über das weibliche hat, der sich wie 21 : 20 verhält, aber schon vor dem vierzehnten Jahre sich wieder aufhebt, und die völlige Gleichheit der Geschlechter herstellt.*

3) *Dieses bestimmte Verhältnifs ist über die ganze Erde verbreitet, und in allen Himmelsstrichen das nämliche. Sonach auch die Gleichheit beider Geschlechter, die darauf beruht.*

4) *Bei einzelnen Familien zeigt sich keine Spur davon.*

5) *Bei mehreren Familien, die zusammenwohnen, tritt es nach einer Reihe von 10 bis 15 Jahren hervor.*

6) *Bei Massen von 10,000 Menschen alle Jahre.*

7) *Bei Massen von 100,000 Menschen alle Monate.*

8) *Bei Massen von 200,000 Menschen alle Wochen.*

9) *Bei 10 Millionen jeden Tag.*

10) *Die Ungleichheit in kleinern Zahlen der Gebornen wird durch die Zeit aufgehoben und in das Grundverhältniſs verwandelt.*

11) *Dasselbe geschieht durch die gröſsere Menge bei gleichzeitigen Geburten.*

12) *Es liegt also ein Gesetz zum Grunde, welches an Zeit und Raum zugleich gebunden ist. Denn ohne das letztere wäre die gleichmäſsige Vertheilung beider Geschlechter in jedem Punkte der Erde unmöglich.*

13) *Dieses Gesetz liegt höher, als die Gesetze des individuellen Lebens, höher als die Gesetze der Erdenphysik. Es läſst sich weder aus diesen noch aus den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit erklären. Es gehört der Gattung an, und zeugt von einer höhern Ordnung der Dinge in der Natur,*

# Tab. I.

## Dörfer von 100 bis 500 Einwohnern.

| | Pankow. | | Niederschönhausen u. Schönholz. | | Blankenfelde. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen | Knaben | Mädchen. |
| 1781 | 4 | 6 | 7 | 5 | 1 | 2 |
| 1782 | 10 | 2 | 1 | 5 | 6 | 2 |
| 1783 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 |
| 1784 | 10 | 3 | 8 | 3 | 4 | 4 |
| 1785 | 4 | 1 | 3 | 7 | 1 | 4 |
| 1786 | 5 | 7 | 4 | 2 | 4 | 3 |
| 1787 | 5 | 3 | 6 | 3 | 4 | 4 |
| 1788 | 4 | 7 | 10 | 5 | 5 | 4 |
| 1789 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 |
| 1790 | 9 | 10 | 3 | 8 | 6 | 5 |
| | 57 | 48 | 48 | 45 | 40 | 36 |
| 1791 | 2 | 5 | 6 | 3 | 3 | 4 |
| 1792 | 10 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 |
| 1793 | 5 | 6 | 8 | 2 | 7 | 5 |
| 1794 | 7 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 1795 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 | 1 |
| 1796 | 1 | 7 | 7 | 4 | 6 | 1 |
| 1797 | 6 | 5 | 5 | 6 | 2 | 2 |
| 1798 | 3 | 6 | 8 | 4 | 9 | 3 |
| 1799 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| 1800 | 6 | 6 | 5 | 4 | 2 | 6 |
| | 52 | 50 | 50 | 41 | 46 | 33 |
| 1801 | 9 | 5 | 2 | 5 | 6 | 4 |
| 1802 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 1803 | 11 | 9 | 4 | 4 | 1 | 5 |
| 1804 | 6 | 5 | 9 | 4 | 4 | 4 |
| 1805 | 10 | 6 | 5 | 4 | 4 | 8 |
| 1806 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 2 |
| 1807 | 9 | 6 | 5 | 3 | 7 | 6 |
| 1808 | 6 | 8 | 2 | 6 | 7 | 7 |
| 1809 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 1810 | 7 | 13 | 6 | 2 | 3 | 4 |
| | 178 | 162 | 142 | 123 | 131 | 118 |

# Tab. II.

## Dörfer von 100 bis 500 Einwohnern.

| | Mariendorf. | | Marienfelde. | | Giesendorf. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 6 | 1 | 3 | 5 | 7 | 3 |
| 1810 | 4 | 1 | 6 | 4 | 7 | 6 |
| 1811 | 7 | 1 | 7 | 3 | 11 | 2 |
| 1812 | 6 | 4 | 6 | 5 | 4 | 13 |
| 1813 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 7 |
| 1814 | 2 | 5 | 6 | 4 | 6 | 5 |
| 1815 | 5 | 3 | 2 | 2 | 6 | 3 |
| 1816 | 5 | — | 5 | 4 | 8 | 6 |
| 1817 | 3 | 7 | 7 | 8 | 9 | 6 |
| 1818 | 6 | 3 | 9 | 4 | 2 | 7 |
| | 48 | 28 | 55 | 42 | 65 | 58 |

| | Altschöneberg. | | Lankwitz. | | Neuschöneberg. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Knaben. | Mädchen | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 12 | 3 | 2 | 3 | 1 | — |
| 1810 | 13 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| 1811 | 9 | 10 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| 1812 | 15 | 11 | 7 | 4 | 3 | 1 |
| 1813 | 13 | 11 | 2 | 4 | 6 | 3 |
| 1814 | 6 | 10 | 5 | 4 | 2 | — |
| 1815 | 13 | 11 | 5 | 7 | 7 | 3 |
| 1816 | 10 | 14 | 8 | 5 | 8 | 7 |
| 1817 | 15 | 19 | 1 | 6 | 5 | 5 |
| 1818 | 12 | 6 | 4 | 6 | 8 | 7 |
| | 118 | 104 | 37 | 44 | 43 | 53 |

# Tab. III.

## Dörfer von 100 bis 500 Einwohnern.

| | Jütschendorf. | | Grofs-Beuthen. | | Klein-Beuthen. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1799 | 5 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 1800 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 1801 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | — |
| 1802 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 1803 | 1 | 3 | 7 | 3 | 2 | 3 |
| 1804 | 4 | — | 2 | 2 | — | 3 |
| 1805 | 2 | — | 6 | 1 | 2 | — |
| 1806 | — | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 1807 | 3 | 1 | 3 | 3 | — | — |
| 1808 | 1 | — | 4 | 2 | 2 | 4 |
| | 22 | 12 | 37 | 26 | 20 | 17 |
| 1809 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 1810 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 |
| 1811 | 4 | 2 | 1 | 2 | 6 | 3 |
| 1812 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 1813 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 1814 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 1815 | — | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 |
| 1816 | 2 | 2 | — | 1 | 3 | 7 |
| 1817 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 8 |
| 1818 | 2 | 4 | — | 2 | 4 | 3 |
| | 39 | 55 | 56 | 47 | 48 | 52 |

# Tab. IV.

## Berlin

nach seinen einzelnen Gemeinden, welche eben so viel Menschenmassen von 1000 bis 10,000 Individuen darstellen.

| | Friedrich-Waisenhauskirche. | | Parochialkirche. | | Garnisonkirche. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben | Mädchen | Knaben. | Madchen. |
| 1809 | 17 | 18 | 51 | 31 | 69 | 68 |
| 1810 | 23 | 22 | 45 | 34 | 159 | 141 |
| 1811 | 23 | 19 | 35 | 48 | 109 | 102 |
| 1812 | 35 | 32 | 56 | 44 | 100 | 80 |
| 1813 | 18 | 28 | 46 | 48 | 65 | 57 |
| 1814 | 8 | 3 | 36 | 45 | 55 | 71 |
| 1815 | 3 | 7 | 47 | 43 | 186 | 198 |
| 1816 | 3 | 4 | 68 | 59 | 138 | 116 |
| 1817 | 1 | 6 | 69 | 47 | 174 | 176 |
| 1818 | 3 | 5 | 56 | 70 | 150 | 148 |
| | 134 | 144 | 509 | 469 | 1205 | 1157 |

| | Böhmische-Kirche. Luth. u. Reform. | | St. Marienkirche. | | St. Georgenkirche. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 84 | 82 | 139 | 101 | 254 | 251 |
| 1810 | 110 | 149 | 155 | 151 | 381 | 348 |
| 1811 | 121 | 121 | 139 | 147 | 394 | 366 |
| 1812 | 124 | 109 | 164 | 145 | 374 | 336 |
| 1813 | 98 | 110 | 147 | 162 | 375 | 356 |
| 1814 | 108 | 111 | 169 | 156 | 298 | 332 |
| 1815 | 128 | 130 | 176 | 167 | 445 | 393 |
| 1816 | 106 | 112 | 174 | 171 | 385 | 382 |
| 1817 | 132 | 100 | 187 | 198 | 386 | 408 |
| 1818 | 98 | 107 | 157 | 169 | 392 | 405 |
| | 1209 | 1131 | 1607 | 1567 | 3684 | 3578 |

| | Sophienkirche. | | Dorotheenstädtische Kirche. | | Friedrich-Werdersche Kirche. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 321 | 276 | 111 | 96 | 72 | 64 |
| 1810 | 368 | 346 | 102 | 105 | 102 | 78 |
| 1811 | 380 | 351 | 111 | 113 | 83 | 87 |
| 1812 | 396 | 373 | 108 | 102 | 83 | 95 |
| 1813 | 357 | 341 | 95 | 100 | 79 | 82 |
| 1814 | 351 | 337 | 102 | 82 | 83 | 71 |
| 1815 | 440 | 405 | 120 | 108 | 108 | 91 |
| 1816 | 422 | 440 | 117 | 78 | 91 | 100 |
| 1817 | 459 | 429 | 117 | 138 | 101 | 96 |
| 1818 | 480 | 486 | 104 | 87 | 77 | 79 |
| | 3944 | 3744 | 1087 | 1009 | 879 | 843 |

| | St. Hedwigkirche. | | Französische Gemeine. | | Luisenkirche. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 53 | 49 | 52 | 67 | 281 | 258 |
| 1810 | 71 | 38 | 74 | 77 | 309 | 361 |
| 1811 | 75 | 36 | 54 | 56 | 344 | 348 |
| 1812 | 80 | 46 | 55 | 64 | 378 | 335 |
| 1813 | 82 | 53 | 75 | 53 | 330 | 312 |
| 1814 | 85 | 54 | 60 | 45 | 307 | 295 |
| 1815 | 120 | 70 | 61 | 69 | 387 | 403 |
| 1816 | 111 | 73 | 63 | 58 | 370 | 361 |
| 1817 | 123 | 87 | 67 | 70 | 389 | 356 |
| 1818 | 116 | 86 | 57 | 66 | 353 | 339 |
| | 916 | 592 | 618 | 625 | 3448 | 3368 |

| | Dreifaltigkeits-kirche. Lutherisch. | | Dreifaltigkeits-kirche. Reformirt. | | Jerusalems- u. Neue Kirche. Reformirt. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 142 | 141 | 27 | 17 | 28 | 35 |
| 1810 | 189 | 208 | 27 | 29 | 27 | 36 |
| 1811 | 210 | 176 | 24 | 22 | 54 | 30 |
| 1812 | 205 | 207 | 23 | 19 | 46 | 39 |
| 1813 | 221 | 180 | 28 | 34 | 34 | 34 |
| 1814 | 184 | 195 | 19 | 16 | 30 | 39 |
| 1815 | 226 | 205 | 32 | 27 | 49 | 42 |
| 1816 | 199 | 194 | 26 | 19 | 42 | 42 |
| 1817 | 229 | 181 | 25 | 21 | 46 | 27 |
| 1818 | 195 | 186 | 17 | 21 | 30 | 43 |
| | 1998 | 1869 | 248 | 225 | 386 | 367 |

| | Jerusalems- u. Neue Kirche. Lutherisch. | | St. Petrikirche. | | St. Nikolaikirche. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 296 | 262 | 119 | 110 | 96 | 113 |
| 1810 | 310 | 300 | 102 | 83 | 127 | 124 |
| 1811 | 377 | 357 | 85 | 97 | 115 | 108 |
| 1812 | 320 | 351 | 85 | 90 | 114 | 100 |
| 1813 | 334 | 336 | 100 | 93 | 147 | 133 |
| 1814 | 319 | 285 | 71 | 74 | 135 | 122 |
| 1815 | 365 | 385 | 104 | 104 | 135 | 128 |
| 1816 | 324 | 322 | 102 | 96 | 126 | 151 |
| 1817 | 356 | 317 | 83 | 90 | 149 | 126 |
| 1818 | 310 | 325 | 114 | 89 | 129 | 147 |
| | 3311 | 3240 | 965 | 928 | 1273 | 1252 |

| | St. Gertraudkirche. | | Ober-Pfarr- und Domkirche. | |
|---|---|---|---|---|
| Jahre. | Knaben. | Mädchen. | Knaben. | Mädchen. |
| 1809 | 23 | 34 | 71 | 63 |
| 1810 | 37 | 25 | 84 | 68 |
| 1811 | 39 | 33 | 86 | 61 |
| 1812 | 40 | 34 | 75 | 74 |
| 1813 | 36 | 39 | 88 | 74 |
| 1814 | 26 | 42 | 71 | 68 |
| 1815 | 40 | 41 | 109 | 85 |
| 1816 | 36 | 32 | 88 | 92 |
| 1817 | 45 | 46 | 77 | 99 |
| 1818 | 46 | 46 | 89 | 81 |
| | 572 | 368 | 838 | 765 |

Jnvalidenhaus,
eine Gemeinde von etwa 150 Familien.

| Jahreszahl. | Knaben. | Mädchen. | Zusammen. |
|---|---|---|---|
| 1789 | 3 | 6 | 9 |
| 1790 | 4 | 3 | 7 |
| 1791 | 2 | 4 | 6 |
| 1792 | 1 | 1 | 2 |
| 1793 | 4 | 2 | 6 |
| 1794 | 6 | 2 | 8 |
| 1795 | — | 4 | 4 |
| 1796 | 4 | — | 4 |
| 1797 | 2 | 5 | 7 |
| 1798 | 3 | 1 | 4 |
| In 10 Jahren. | 29 | 28 | 57 |
| 1799 | 7 | 3 | 10 |
| 1800 | 4 | 4 | 8 |
| 1801 | 2 | 3 | 5 |
| 1802 | 6 | 8 | 14 |
| 1803 | 6 | 4 | 10 |
| 1804 | 5 | 3 | 8 |
| 1805 | 5 | 3 | 8 |
| 1806 | 2 | 4 | 6 |
| 1807 | 1 | 2 | 3 |
| 1808 | 2 | 3 | 5 |
| In 10 Jahren. | 40 | 37 | 77 |
| In 20 Jahren. | 69 | 65 | 134 |

# Tab. VI.

## Zwanzigjährige Geburtslisten von Potsdam.

| Jahre. | Männlich | Weiblich | Summa. | Total-Summa. Knaben. | Mädchen. | Summa. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1799 | 506 | 473 | 979 | | | |
| 1800 | 445 | 444 | 889 | | | |
| 1801 | 406 | 444 | 850 | | | |
| 1802 | 525 | 467 | 992 | | | |
| 1803 | 477 | 449 | 926 | | | |
| 1804 | 461 | 456 | 917 | | | |
| 1805 | 454 | 427 | 881 | | | |
| 1806 | 429 | 421 | 850 | | | |
| 1807 | 415 | 401 | 816 | | | |
| 1808 | 303 | 309 | 612 | | | |
| 1809 | 243 | 230 | 473 | | | |
| 1810 | 329 | 307 | 636 | | | |
| 1811 | 420 | 371 | 791 | | | |
| 1812 | 422 | 364 | 786 | | | |
| 1813 | 365 | 314 | 679 | | | |
| 1814 | 272 | 221 | 493 | | | |
| 1815 | 473 | 369 | 842 | | | |
| 1816 | 360 | 352 | 712 | | | |
| 1817 | 410 | 405 | 815 | | | |
| 1818 | 388 | 366 | 754 | | | |
| | | | sind | 8103 | 7590 | 15693 |
| 1819 | | | | | | |
| Januar | 44 | 37 | 81 | | | |
| Februar | 34 | 36 | 70 | | | |
| März | 40 | 29 | 69 | | | |
| April | 47 | 25 | 72 | | | |
| Mai | 42 | 31 | 73 | | | |
| Juni | 26 | 33 | 59 | | | |
| Juli | 39 | 39 | 78 | | | |
| August | 33 | 33 | 66 | | | |
| September | 27 | 32 | 59 | | | |
| October | 32 | 31 | 63 | | | |
| November | 34 | 32 | 66 | | | |
| December | 37 | 28 | 65 | | | |
| | | | sind | 435 | 386 | 821 |
| | | Summa generalis. | | 8538 | 7976 | 16514 |

Tab. VII.

# Funfzigjährige Geburtslisten der Stadt Leipzig

nach Monaten und Jahren.

| Jahr. | Januar | | Februar | | Marz | | April | | Mai | | Juni. | | Juli. | | August | | Septemb. | | October | | Novemb. | | Decemb. | | Haupt-S. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. | K. | M. |
| 1769 | 43 | 43 | 30 | 40 | 38 | 37 | 33 | 41 | 59 | 56 | 50 | 30 | 47 | 38 | 47 | 35 | 37 | 58 | 53 | 55 | 33 | 37 | 35 | 41 | 505 | + |
| 1770 | 43 | 59 | 40 | 41 | 40 | 32 | 50 | 47 | 42 | 30 | 39 | 31 | 43 | 43 | 40 | 27 | 35 | 47 | 47 | 45 | 45 | 36 | 39 | 34 | 503 | 472 |
| 1771 | 45 | 40 | 41 | 35 | 42 | 39 | 42 | 42 | 42 | 33 | 30 | 30 | 42 | 38 | 34 | 38 | 36 | 37 | 22 | 46 | 29 | 25 | 32 | 23 | 443 | 428 |
| 1772 | 37 | 32 | 30 | 39 | 36 | 23 | 39 | 22 | 27 | 31 | 36 | 30 | 27 | 20 | 36 | 28 | 23 | 47 | 19 | 28 | 21 | 23 | 16 | 35 | 347 | 358 |
| 1773 | 23 | 24 | 24 | 28 | 21 | 33 | 31 | 35 | 50 | 28 | 27 | 33 | 42 | 30 | 44 | 27 | 27 | 44 | 39 | 28 | 27 | 50 | 35 | 42 | 370 | 400 |
| 1774 | 44 | 43 | 39 | 37 | 34 | 38 | 45 | 29 | 36 | 39 | 38 | 34 | 42 | 43 | 45 | 31 | 28 | 28 | 32 | 46 | 35 | 40 | 47 | 32 | 465 | 440 |
| 1775 | 50 | 31 | 38 | 32 | 31 | 26 | 38 | 35 | 40 | 35 | 32 | 40 | 39 | 35 | 42 | 34 | 41 | 48 | 46 | 38 | 33 | 45 | 44 | 28 | 474 | 428 |
| 1776 | 35 | 26 | 42 | 45 | 22 | 35 | 40 | 26 | 31 | 38 | 36 | 39 | 44 | 21 | 38 | 30 | 36 | 32 | 39 | 35 | 30 | 28 | 28 | 40 | 427 | 401 |
| 1777 | 47 | 37 | 38 | 35 | 55 | 36 | 44 | 31 | 38 | 41 | 38 | 36 | 41 | 34 | 38 | 41 | 28 | 32 | 36 | 35 | 37 | 35 | 33 | 43 | 471 | 436 |
| 1778 | 42 | 35 | 36 | 36 | 47 | 40 | 41 | 39 | 47 | 40 | 37 | 31 | 45 | 43 | 31 | 37 | 50 | 28 | 41 | 38 | 26 | 40 | 35 | 21 | 479 | 433 |
| 1779 | 39 | 40 | 32 | 38 | 40 | 35 | 35 | 46 | 25 | 22 | 38 | 30 | 36 | 35 | 37 | 32 | 43 | 41 | 28 | 31 | 30 | 30 | 31 | 41 | 412 | 431 |
| 1780 | 35 | 35 | 51 | 41 | 52 | 30 | 41 | 34 | 33 | 41 | 28 | 32 | 37 | 46 | 46 | 33 | 0 | 31 | 36 | 55 | 45 | 44 | 34 | 46 | 476 | 473 |
| 1781 | 45 | 40 | 29 | 33 | 48 | 34 | 38 | 47 | 36 | 50 | 39 | 28 | 36 | 36 | 31 | 40 | 40 | 43 | 32 | 34 | 31 | 33 | 43 | 44 | 448 | 462 |
| 1782 | 46 | 40 | 48 | 34 | 48 | 40 | 36 | 35 | 36 | 41 | 38 | 36 | 31 | 30 | 36 | 40 | 49 | 38 | 30 | 39 | 39 | 26 | 35 | 31 | 472 | 430 |
| 1783 | 28 | 27 | 39 | 19 | 42 | 37 | 40 | 39 | 47 | 30 | 35 | 45 | 34 | 40 | 41 | 38 | 45 | 46 | 34 | 41 | 41 | 41 | 39 | 31 | 465 | 434 |
| 1784 | 46 | 40 | 39 | 33 | 30 | 49 | 31 | 34 | 30 | 29 | 40 | 33 | 36 | 42 | 32 | 38 | 43 | 31 | 33 | 20 | 38 | 33 | 28 | 30 | 426 | 413 |
| 1785 | 40 | 48 | 53 | 29 | 39 | 38 | 40 | 43 | 52 | 32 | 47 | 23 | 40 | 40 | 33 | 33 | 45 | 46 | 35 | 35 | 22 | 31 | 26 | 26 | 452 | 424 |
| Summa | 691 | 640 | 649 | 595 | 665 | 612 | 698 | 627 | 629 | 616 | 628 | 561 | 660 | 616 | 651 | 588 | 646 | 665 | 602 | 647 | 566 | 597 | 578 | 591 | 7635 | 7355 |
| 1786 | 39 | 46 | 38 | 45 | 45 | 42 | 45 | 41 | 43 | 38 | 31 | 38 | 37 | 24 | 44 | 31 | 42 | 31 | 33 | 30 | 35 | 29 | 39 | 27 | 467 | 422 |
| 1787 | 47 | 42 | 39 | 34 | 42 | 44 | 53 | 47 | 54 | 31 | 50 | 45 | 39 | 49 | 42 | 34 | 40 | 33 | 37 | 28 | 39 | 31 | 31 | 43 | 513 | 463 |
| 1788 | 38 | 35 | 30 | 39 | 43 | 40 | 48 | 47 | 46 | 41 | 44 | 39 | 31 | 42 | 42 | 36 | 46 | 34 | 36 | 33 | 38 | 37 | 47 | 33 | 489 | 453 |
| 1789 | 50 | 52 | 47 | 27 | 52 | 44 | 34 | 32 | 31 | 27 | 33 | 40 | 34 | 35 | 42 | 33 | 34 | 40 | 57 | 42 | 35 | 31 | 31 | 36 | 480 | 435 |
| 1790 | 35 | 42 | 38 | 35 | 27 | 37 | 44 | 44 | 50 | 38 | 48 | 39 | 43 | 36 | 44 | 33 | 50 | 42 | 48 | 41 | 37 | 24 | 40 | 30 | 504 | 458 |
| 1791 | 54 | 39 | 39 | 35 | 38 | 35 | 46 | 32 | 43 | 45 | 41 | 34 | 45 | 43 | 26 | 43 | 49 | 43 | 45 | 49 | 30 | 37 | 35 | 39 | 491 | 474 |
| 1792 | 43 | 40 | 38 | 46 | 34 | 47 | 39 | 30 | 30 | 35 | 39 | 40 | 34 | 48 | 35 | 51 | 36 | 45 | 44 | 29 | 37 | 39 | 42 | 38 | 451 | 488 |
| 1793 | 38 | 45 | 30 | 37 | 39 | 41 | 45 | 31 | 41 | 35 | 51 | 27 | 49 | 44 | 42 | 36 | 45 | 44 | 41 | 39 | 45 | 37 | 53 | 45 | 538 | 429 |
| 1794 | 47 | 52 | 35 | 41 | 38 | 40 | 33 | 40 | 47 | 52 | 40 | 36 | 34 | 51 | 51 | 39 | 35 | 46 | 50 | 39 | 40 | 43 | 40 | 42 | 495 | 525 |
| 1795 | 38 | 42 | 23 | 37 | 46 | 35 | 30 | 23 | 32 | 38 | 27 | 32 | 32 | 28 | 26 | 35 | 32 | 34 | 30 | 28 | 26 | 28 | 28 | 23 | 370 | 374 |
| 1796 | 33 | 29 | 25 | 38 | 32 | 28 | 37 | 23 | 32 | 33 | 37 | 28 | 32 | 42 | 44 | 45 | 33 | 37 | 35 | 39 | 29 | 28 | 39 | 26 | 408 | 394 |
| 1797 | 51 | 48 | 36 | 29 | 37 | 39 | 34 | 32 | 61 | 38 | 34 | 45 | 49 | 36 | 41 | 31 | 49 | 45 | 38 | 52 | 44 | 37 | 35 | 39 | 507 | 473 |
| 1798 | 46 | 44 | 39 | 31 | 30 | 47 | 41 | 37 | 34 | 36 | 46 | 40 | 52 | 33 | 50 | 35 | 62 | 49 | 50 | 51 | 37 | 49 | 45 | 49 | 535 | 501 |
| 1799 | 42 | 44 | 39 | 35 | 39 | 54 | 44 | 41 | 59 | 36 | 48 | 37 | 52 | 48 | 52 | 27 | 46 | 51 | 46 | 29 | 44 | 41 | 41 | 34 | 552 | 475 |
| 1800 | 57 | 44 | 45 | 40 | 57 | 47 | 44 | 48 | 36 | 51 | 52 | 48 | 53 | 62 | 59 | 43 | 42 | 27 | 47 | 30 | 43 | 35 | 34 | 27 | 569 | 522 |
| 1801 | 39 | 31 | 34 | 36 | 44 | 51 | 38 | 27 | 41 | 44 | 42 | 25 | 31 | 28 | 46 | 34 | 37 | 38 | 42 | 25 | 30 | 31 | 42 | 42 | 469 | 412 |
| 1802 | 55 | 53 | 63 | 56 | 45 | 57 | 56 | 41 | 47 | 51 | 58 | 45 | 48 | 43 | 57 | 40 | 63 | 61 | 55 | 47 | 51 | 39 | 50 | 40 | 655 | 576 |
| | 770 | 708 | 638 | 639 | 686 | 720 | 752 | 619 | 752 | 669 | 724 | 650 | 680 | 692 | 745 | 625 | 739 | 698 | 732 | 651 | 636 | 608 | 679 | 613 | 8493 | 7874 |
| 1803 | 68 | 52 | 60 | 39 | 55 | 54 | 50 | 44 | 52 | 51 | 55 | 37 | 46 | 50 | 44 | 40 | 55 | 45 | 55 | 50 | 54 | 45 | 55 | 45 | 654 | 556 |
| 1804 | 63 | 43 | 59 | 56 | 55 | 56 | 59 | 48 | 57 | 51 | 37 | 38 | 68 | 55 | 64 | 34 | 54 | 65 | 62 | 45 | 41 | 39 | 62 | 52 | 681 | 530 |
| 1805 | 67 | 69 | 45 | 49 | 56 | 63 | 53 | 59 | 52 | 49 | 55 | 50 | 67 | 42 | 41 | 54 | 50 | 47 | 47 | 49 | 38 | 38 | 44 | 46 | 615 | 615 |
| 1806 | 60 | 44 | 46 | 51 | 53 | 61 | 49 | 44 | 48 | 60 | 51 | 48 | 57 | 48 | 59 | 48 | 41 | 58 | 47 | 48 | 47 | 66 | 61 | 48 | 619 | 624 |
| 1807 | 49 | 44 | 55 | 43 | 67 | 64 | 51 | 50 | 71 | 54 | 55 | 40 | 50 | 42 | 50 | 50 | 54 | 50 | 50 | 68 | 56 | 48 | 40 | 54 | 648 | 607 |
| 1808 | 62 | 77 | 61 | 53 | 51 | 47 | 42 | 60 | 46 | 59 | 45 | 35 | 63 | 48 | 45 | 60 | 52 | 55 | 76 | 64 | 49 | 60 | 57 | 58 | 649 | 679 |
| 1809 | 79 | 53 | 61 | 59 | 56 | 46 | 51 | 45 | 51 | 59 | 42 | 55 | 47 | 65 | 46 | 56 | 49 | 57 | 47 | 59 | 52 | 48 | 61 | 45 | 645 | 645 |
| 1810 | 63 | 56 | 62 | 54 | 49 | 46 | 61 | 55 | 54 | 53 | 54 | 64 | 50 | 66 | 57 | 50 | 64 | 54 | 51 | 54 | 60 | 50 | 50 | 46 | 678 | 648 |
| 1811 | 60 | 57 | 67 | 37 | 61 | 63 | 65 | 52 | 63 | 50 | 77 | 63 | 56 | 42 | 46 | 49 | 67 | 64 | 65 | 48 | 44 | 53 | 70 | 55 | 741 | 633 |
| 1812 | 72 | 55 | 55 | 51 | 60 | 57 | 53 | 49 | 61 | 57 | 59 | 39 | 65 | 58 | 65 | 40 | 60 | 61 | 52 | 41 | 62 | 60 | 59 | 41 | 721 | 615 |
| 1813 | 61 | 61 | 56 | 53 | 68 | 48 | 45 | 73 | 58 | 58 | 42 | 36 | 67 | 54 | 48 | 55 | 52 | 51 | 45 | 48 | 70 | 55 | 45 | 40 | 657 | 632 |
| 1814 | 53 | 52 | 47 | 49 | 61 | 55 | 33 | 41 | 46 | 43 | 47 | 34 | 26 | 24 | 42 | 32 | 45 | 26 | 54 | 46 | 54 | 40 | 67 | 60 | 575 | 502 |
| 1815 | 83 | 76 | 65 | 68 | 62 | 68 | 80 | 74 | 74 | 59 | 59 | 73 | 71 | 67 | 54 | 52 | 61 | 60 | 71 | 62 | 56 | 46 | 58 | 56 | 794 | 761 |
| 1816 | 62 | 71 | 58 | 63 | 59 | 58 | 66 | 49 | 62 | 47 | 61 | 51 | 52 | 54 | 45 | 65 | 68 | 57 | 61 | 57 | 54 | 40 | 45 | 63 | 693 | 685 |
| 1817 | 68 | 67 | 51 | 51 | 70 | 58 | 51 | 44 | 51 | 44 | 51 | 52 | 51 | 59 | 55 | 52 | 49 | 46 | 37 | 52 | 48 | 48 | 54 | 39 | 622 | 620 |
| 1818 | 60 | 52 | 54 | 35 | 58 | 58 | 52 | 58 | 49 | 53 | 50 | 42 | 65 | 48 | 47 | 54 | 63 | 51 | 53 | 51 | 47 | 61 | 55 | 55 | 653 | 598 |
| | 1030 | 929 | 1002 | 811 | 941 | 802 | 861 | 745 | 897 | 848 | 840 | 777 | 801 | 820 | 806 | 841 | 884 | 848 | 896 | 855 | 852 | 797 | 865 | 785 | 10645 | 10000 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8493 | 7874 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7635 | 7355 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26773 | 25229 |

Also in 50 Jahren 1544 Knaben mehr.

Tab. VIII.

# Vierjährige Geburtslisten der Stadt Breslau

nach Monaten und Jahren.

| Jahr | Benennung der Parochie. | Januar K. | Januar M. | Februar. K. | Februar. M. | März. K. | März. M. | April K. | April M. | Mai. K. | Mai. M. | Juni. K. | Juni. M. | Juli. K. | Juli. M. | August K. | August M. | Septemb. K. | Septemb. M. | October K. | October M. | Novemb K. | Novemb M. | Decemb. K. | Decemb. M. | Summa. K. | Summa. M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1815 | 1. ad St. Mauritium | 3 | 8 | 2 | — | 4 | 7 | 8 | 8 | 3 | 7 | 5 | 6 | 5 | 4 | 8 | 4 | 6 | 5 | 5 | 4 | 6 | 5 | 9 | 5 | 62 | 61 |
| | 2. Minoritten Kirche | 5 | 7 | 5 | 8 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 5 | 6 | 2 | 8 | 3 | 5 | 6 | 5 | 9 | 4 | 8 | 8 | 8 | 4 | 2 | 52 | 61 |
| | 3. Juden-Gemeinde | 12 | 7 | 6 | 8 | 5 | 8 | 11 | 2 | 11 | 9 | 15 | 10 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 9 | 12 | 9 | 8 | 5 | 8 | 5 | 105 | 82 |
| | 4. St. Matthias Kirche | 2 | 3 | 6 | 3 | 4 | 6 | 7 | 2 | 9 | 6 | 4 | 3 | 8 | 2 | 5 | 5 | 10 | 5 | 4 | 8 | 6 | 8 | 6 | 2 | 71 | 61 |
| | 5. St. Vincenz Kirche | 5 | — | — | 2 | 1 | 4 | — | 1 | 2 | 4 | — | 2 | 1 | 2 | 1 | — | — | 3 | 3 | — | 6 | 4 | 1 | — | 18 | 21 |
| | 6. St. Adalberts Kirche | 7 | 10 | 6 | 7 | 4 | 4 | 7 | 8 | 7 | 8 | 5 | 8 | 8 | 5 | 5 | 1 | 5 | 6 | 7 | 7 | 10 | 6 | 5 | 2 | 76 | 77 |
| | 7. St. Bernhardin Kirche | 11 | 11 | 6 | 5 | 12 | 11 | 14 | 17 | 10 | 8 | 7 | 9 | 7 | 10 | 14 | 4 | 9 | 7 | 15 | 15 | 6 | 8 | 8 | 3 | 119 | 111 |
| | 8. St. Maria Magdalena. | 24 | 5 | 15 | 21 | 24 | 29 | 21 | 30 | 29 | 32 | 37 | 18 | 36 | 21 | 19 | 20 | 28 | 14 | 28 | 26 | 27 | 28 | 24 | 25 | 306 | 284 |
| | 9. St. Salvator | 5 | 7 | 11 | 9 | 11 | 9 | 10 | 9 | 7 | 7 | 16 | 8 | 9 | 10 | 6 | 13 | 7 | 4 | 7 | 8 | 5 | 9 | 9 | 5 | 105 | 104 |
| | 10. St. Christophor. | — | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | — | — | — | 3 | 1 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 2 | — | 15 | 16 |
| | 11. St. Nicolai | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | — | 3 | 3 | 1 | — | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 | — | 19 | 25 |
| | 12. St. Michael | 4 | 3 | 4 | 5 | 9 | 9 | 5 | 4 | 2 | 6 | 2 | 4 | 8 | 2 | 7 | 2 | 2 | 4 | — | 8 | 5 | 8 | 5 | 4 | 51 | 59 |
| | 13. Dohm- u. Kreuz-K. | 2 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 17 | 17 |
| | 14. Sand-Kirche | 2 | 2 | — | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | — | 2 | 1 | — | 1 | — | 2 | — | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 17 | 17 |
| | 15. Elftausend Jungfr. K. | 3 | — | 4 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | — | 4 | 3 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 43 | 27 |
| | 16. Reformirte Kirche | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | — | 2 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 | 2 | 3 | 1 | — | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 25 | 17 |
| | 17. Garnison-Kirche | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | 5 | 9 | 5 | 6 | 7 | 4 | 9 | 5 | 4 | 8 | 12 | 6 | 4 | 3 | 6 | 54 | 65 |
| | 18. Elisabeth Kirche | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 27 | 24 | 21 | 27 | 28 | 31 | 37 | 25 | 36 | 25 | 20 | 28 | 24 | 25 | 333 | 315 |
| | Summa im Jahre 1815 | 119 | 129 | 97 | 114 | 132 | 154 | 133 | 148 | 135 | 143 | 190 | 108 | 129 | 121 | 125 | 107 | 139 | 93 | 136 | 145 | 124 | 136 | 125 | 102 | 1498 | 1450 |
| 1816 | 1. ad St. Mauritium | 7 | 9 | 7 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 2 | 5 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 9 | 5 | 51 | 54 |
| | 2. Minoritten K. | 8 | 5 | 7 | 8 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 6 | 4 | 2 | 4 | 2 | 7 | 1 | 5 | 4 | 4 | 6 | 56 | 46 |
| | 3. Juden Gemeinde | 6 | 4 | 6 | 6 | 11 | 11 | 7 | 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 9 | 7 | 7 | 3 | 8 | 7 | 8 | 7 | 9 | 7 | 11 | 8 | 93 | 78 |
| | 4. St. Matthias K. | 6 | 6 | 5 | 3 | 8 | 6 | 5 | 10 | 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 9 | 4 | 5 | 5 | 4 | 7 | 63 | 70 |
| | 5. Vincenz K. | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | — | 2 | 2 | 4 | 3 | — | — | — | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 2 | 21 | 17 |
| | 6. St. Adalbert. | 11 | 8 | 7 | 11 | 8 | 7 | 12 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 2 | 8 | 6 | 9 | 6 | 10 | 6 | 9 | 8 | 4 | 10 | 9 | 84 | 78 |
| | 7. St. Bernhardi | 7 | 9 | 8 | 8 | 11 | 7 | 11 | 10 | 11 | 8 | 12 | 13 | 8 | 5 | 7 | 15 | 10 | 2 | 7 | 11 | 7 | 9 | 8 | 12 | 110 | 112 |
| | 8. St. Maria Magdalena | 26 | 27 | 27 | 17 | 24 | 34 | 29 | 4 | 31 | 25 | 26 | 23 | 16 | 11 | 15 | 12 | 20 | 22 | 31 | 25 | 23 | 11 | 25 | 33 | 33 | 266 |
| | 9. St. Salvator | 7 | 11 | 10 | 13 | 19 | 7 | 9 | 7 | 11 | 3 | 9 | 5 | 5 | 4 | 15 | 8 | 6 | 6 | 6 | 11 | 13 | 9 | 9 | 7 | 11 | 87 |
| | 10. St. Christophor. | — | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | 3 | — | — | 2 | 1 | — | 2 | 12 | 15 |
| | 11. St. Nicolai | 1 | — | 1 | 4 | 2 | — | — | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | — | 2 | — | 2 | 21 | 24 |
| | 12. St. Michael | 4 | 4 | 3 | 8 | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3 | 8 | 5 | 5 | 5 | 6 | 2 | 7 | 2 | 5 | 6 | 6 | 8 | 4 | 5 | 67 | 57 |
| | 13. Dom- u. Kreuz K. | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 10 | 5 | 5 | 55 | 42 |
| | 14. Sand K. | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | — | — | 2 | 1 | — | — | 1 | — | 1 | 4 | 1 | — | 2 | 2 | 5 | 11 | 14 |
| | 15. Elftausend Jungfrauen | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3 | 4 | 6 | 3 | 8 | 1 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 6 | 5 | 2 | 4 | 3 | 7 | 1 | 69 | 57 |
| | 16. Reformirte K. | 3 | 3 | — | — | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | — | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 21 | 21 |
| | 17. Garnison K. | 2 | 2 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | — | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | 1 | 34 | 29 |
| | 18. Elisabeth K. | 26 | 27 | 35 | 23 | 27 | 28 | 18 | 28 | 22 | 28 | 21 | 21 | 53 | 19 | 22 | 27 | 24 | 16 | 30 | 27 | 18 | 27 | 25 | 28 | 352 | 311 |
| | Summa im Jahre 1816 | 119 | 130 | 127 | 119 | 140 | 129 | 105 | 115 | 119 | 109 | 114 | 113 | 105 | 109 | 119 | 103 | 107 | 108 | 155 | 129 | 130 | 114 | 151 | 134 | 1417 | 1353 |
| 1817 | 1. ad St. Mauritium | 2 | 12 | 8 | 4 | 7 | 3 | 1 | 5 | 4 | 5 | 6 | 4 | 4 | 2 | 5 | 6 | 6 | 7 | 4 | 4 | 3 | 4 | 6 | 1 | 55 | 60 |
| | 2. Minoritten K. | 11 | 10 | 4 | 10 | 10 | 9 | 7 | 7 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 6 | 7 | 6 | 3 | 5 | 4 | 3 | 6 | 7 | 6 | 6 | 69 | 74 |
| | 3. Juden Gemeinde | 6 | 6 | 3 | 9 | 5 | 5 | 10 | 8 | 5 | 7 | 10 | 6 | 4 | 7 | 8 | 9 | 12 | 10 | 6 | 14 | 10 | 7 | 1 | 3 | 85 | 91 |
| | 4. St. Matthias | 8 | 7 | 5 | 10 | 5 | 4 | 4 | 5 | 7 | 5 | 6 | 7 | 4 | 7 | 5 | 5 | 11 | 6 | 5 | 2 | 9 | 7 | 6 | 9 | 75 | 76 |
| | 5. St. Vincenz. | 1 | — | 2 | 3 | 6 | 2 | 1 | — | — | 4 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 22 | 23 |
| | 6. St. Adalbert | 6 | 8 | 3 | 11 | 11 | 9 | 8 | 1 | 8 | 4 | 3 | 12 | 6 | 7 | 8 | 11 | 5 | 16 | 10 | 7 | 9 | 7 | 5 | 10 | 87 | 103 |
| | 7. St. Bernhardi | 8 | 13 | 2 | 10 | 11 | 10 | 8 | 14 | 12 | 9 | 11 | 10 | 15 | 5 | 5 | 8 | 10 | 9 | 14 | 12 | 5 | 6 | 5 | 4 | 112 | 103 |
| | 8. St. Maria Magdalena | 31 | 30 | 20 | 16 | 31 | 43 | 28 | 25 | 25 | 33 | 25 | 20 | 31 | 31 | 34 | 21 | 25 | 18 | 19 | 32 | 27 | 21 | 20 | 21 | 331 | 329 |
| | 9. St. Salvator | 6 | 6 | 12 | 2 | 5 | 8 | 5 | 5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 9 | 15 | 10 | 15 | 10 | 5 | 15 | 8 | 12 | 5 | 7 | 5 | 101 | 91 |
| | 10. St. Christophor. | 1 | — | 4 | 7 | 3 | — | — | — | 1 | 1 | 1 | — | 2 | — | — | 2 | 2 | — | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 19 | 11 |
| | 11. St. Nicolai | — | 3 | 5 | 2 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | — | — | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 26 | 19 |
| | 12. St. Michael | 4 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 5 | 8 | 8 | 5 | 8 | 5 | 4 | 7 | 7 | 3 | 10 | 6 | 4 | 56 | 69 |
| | 13. Dohm- u. Kreuz K. | 2 | 5 | 4 | 0 | 5 | 7 | 3 | 5 | 7 | 7 | 5 | 9 | 4 | 3 | 4 | 8 | 4 | 3 | 4 | 8 | 5 | 4 | — | 4 | 45 | 59 |
| | 14. Sand Kirche | 2 | 2 | — | 2 | 2 | — | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | — | 1 | 17 | 19 |
| | 15. Elftausend Jungfrauen | 8 | 4 | 3 | 9 | 6 | 5 | 6 | 2 | 3 | 6 | 4 | 3 | 8 | 8 | 3 | 5 | 8 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 57 | 49 |
| | 16. Reformirte K. | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | — | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 3 | 1 | — | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 27 | 23 |
| | 17. Garnison K. | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | — | 1 | — | 1 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 21 | 23 |
| | 18. Elisabeth K. | 30 | 26 | 31 | 33 | 23 | 23 | 31 | 24 | 23 | 24 | 33 | 21 | 22 | 21 | 22 | 30 | 33 | 23 | 41 | 22 | 25 | 21 | 27 | 22 | 333 | 306 |
| | Summa im Jahre 1817 | 133 | 132 | 109 | 118 | 132 | 128 | 127 | 120 | 115 | 118 | 170 | 129 | 122 | 124 | 123 | 158 | 146 | 119 | 159 | 129 | 130 | 112 | 104 | 104 | 1577 | 1533 |
| 1818 | 1. ad St. Mauritium | 11 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 8 | 3 | 2 | — | 5 | 6 | 9 | 5 | 8 | 7 | 7 | 5 | 6 | 2 | 5 | 4 | 74 | 45 |
| | 2. Minoritten K. | 6 | 6 | 4 | 5 | 4 | 11 | 6 | 8 | 2 | 9 | 4 | 2 | 2 | 4 | 6 | 7 | 7 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 | 7 | 12 | 61 | 80 |
| | 3. Juden Gemeinde | 8 | 8 | 5 | 2 | 4 | 5 | 10 | 8 | 12 | 15 | 6 | 3 | 6 | 9 | 7 | 6 | 7 | 7 | 11 | 12 | 11 | 4 | 8 | 7 | 95 | 84 |
| | 4. St. Matthias | 9 | 3 | 6 | 5 | 10 | 8 | 11 | 5 | 8 | 4 | 6 | 5 | 1 | 6 | 6 | 9 | 4 | 4 | 5 | 8 | 7 | 8 | 6 | 5 | 79 | 67 |
| | 5. St. Vincenz. | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | — | 1 | 3 | 2 | — | 2 | — | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2 | 2 | — | 28 | 13 |
| | 6. St. Adalbert | 7 | 7 | 8 | 9 | 11 | 11 | 6 | 13 | 7 | 6 | 6 | 9 | 6 | — | 18 | 7 | 10 | 6 | 6 | 7 | 5 | 9 | 8 | 5 | 93 | 89 |
| | 7. St. Bernhardi | 8 | 11 | 9 | 13 | 15 | 15 | 9 | 9 | 5 | 9 | 7 | 4 | 8 | 7 | 12 | 12 | 8 | 9 | 12 | 5 | 8 | 4 | 11 | 13 | 108 | 112 |
| | 8. St. Maria Magdalena | 24 | 24 | 21 | 20 | 25 | 32 | 29 | 26 | 25 | 29 | 24 | 24 | 21 | 20 | 24 | 33 | 22 | 20 | 18 | 26 | 27 | 20 | 19 | 17 | 274 | 300 |
| | 9. St. Salvator | 7 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 5 | 5 | 6 | 3 | 11 | 11 | 6 | 4 | 15 | 11 | 5 | 2 | 8 | 9 | 7 | 12 | 13 | 11 | 107 | 102 |
| | 10. St. Christophor. | 1 | — | 3 | 1 | — | 1 | 1 | 2 | — | 3 | 3 | — | 1 | — | 2 | — | 3 | 2 | 2 | — | 3 | 1 | 1 | — | 24 | 9 |
| | 11. St. Nicolai | 3 | — | 1 | 3 | — | 3 | 1 | — | 1 | — | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | — | 1 | — | 25 | 25 |
| | 12. St. Michael | 3 | 5 | 2 | 7 | 4 | 8 | 1 | 5 | 4 | 8 | 2 | 10 | 5 | 5 | 3 | 6 | 6 | 3 | 2 | 8 | 6 | 1 | 3 | 5 | 43 | 61 |
| | 13. Dohm- u Kreuz K. | 4 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 1 | 2 | 1 | 10 | 8 | 6 | 6 | 7 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 48 | 41 |
| | 14. Sand Kirche | 1 | 1 | — | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | — | 2 | — | 1 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 2 | — | 2 | 1 | 2 | 1 | 18 | 18 |
| | 15. Elftausend Jungfrauen | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 4 | 8 | 7 | 6 | 6 | 3 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 7 | 5 | 5 | 71 | 74 |
| | 16. Reformirte K. | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | — | 3 | 5 | — | 3 | 1 | — | 1 | — | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | — | 2 | 22 | 16 |
| | 17. Garnison K. | 1 | 3 | 1 | 3 | — | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | — | 1 | 3 | 1 | 2 | 27 | 22 |
| | 18. Elisabeth K. | 24 | 27 | 25 | 21 | 33 | 33 | 31 | 24 | 26 | 24 | 22 | 20 | 33 | 24 | 20 | 26 | 34 | 24 | 33 | 25 | 27 | 27 | 30 | 24 | 370 | 300 |
| | Summa im Jahre 1818 | 112 | 118 | 108 | 125 | 129 | 151 | 130 | 130 | 125 | 150 | 117 | 103 | 107 | 103 | 137 | 142 | 127 | 125 | 125 | 152 | 126 | 140 | 125 | 115 | 1504 | 1450 |

## Tab. IX.

### Monatlich Geborne in Berlin

### im Jahre 1819.

| Monate. | Knaben. | Mädchen. |
|---|---|---|
| Januar | 268 | 252 |
| Februar | 299 | 267 |
| März | 334 | 331 |
| April | 249 | 236 |
| Mai | 275 | 215 |
| Juni | 306 | 292 |
| Juli | 264 | 234 |
| August | 301 | 301 |
| September | 268 | 252 |
| October | 276 | 246 |
| November | 324 | 290 |
| December | 244 | 240 |

# Tab. X.

## Wöchentlich Geborne in Berlin

### im Jahre 1819.

| Wochen. | Knaben. | Mädchen. | Wochen. | Knaben. | Mädchen. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 72 | 48 | 29 | 53 | 55 |
| 2 | 71 | 67 | 30 | 78 | 65 |
| 3 4 | 130 | 121 | 31 | 68 | 57 |
| 5 | 71 | 72 | 32 | 60 | 56 |
| 6 | 67 | 59 | 33 | 58 | 56 |
| 7 | 72 | 65 | 34 | 60 | 67 |
| 8 | 69 | 60 | 35 | 67 | 56 |
| 9 | 81 | 70 | 36 | 69 | 51 |
| 10 | 77 | 72 | 37 | 49 | 51 |
| 11 | 58 | 73 | 38 | 54 | 74 |
| 12 | 75 | 50 | 39 | 69 | 70 |
| 13 | 67 | 98 | 40 | 70 | 51 |
| 14 | 70 | 72 | 41 | 62 | 54 |
| 15 | 64 | 68 | 42 | 67 | 77 |
| 16 | 127 | 120 | 45 | 60 | 50 |
| 18 | 66 | 55 | 44 | 89 | 75 |
| 19 | 56 | 61 | 45 | 60 | 62 |
| 20 | 71 | 55 | 46 | 67 | 59 |
| 21 | 66 | 59 | 47 | 57 | 69 |
| 22 | 67 | 52 | 48 | 81 | 44 |
| 23 | 71 | 46 | 49 | 70 | 49 |
| 24 | 81 | 67 | 50 | 60 | 57 |
| 25 | 69 | 57 | 51 | 56 | 29 |
| 26 | 59 | 51 | 52 | 70 | 65 |
| 27 | 70 | 72 | 53 | 51 | 57 |
| 28 | 44 | 58 | | 3506 | 3284 |

Ueber

# die Ratten mit platten Stacheln.

Von Herrn Lichtenstein *).

Unter den Säugethieren, welche Don Felix d'Azara in seinem reichhaltigen Werk über Paraguay als neu beschrieben hat, ist unstreitig die Stachelratte (*Rat épineux*) eins der merkwürdigsten **). Das Wesentliche der 8 Seiten langen Beschreibung ist folgendes: Eine braunröthliche, 10 Zoll lange Ratte mit kaum 3 Zoll langem, kurz- und dichtbehaartem Schwanz, findet sich ziemlich häufig in den sandigen Gegenden zwischen der Stadt Neembucu und dem Platastrom, wo sie sich Röhren von 4 Fuſs Länge, 8 Zoll tief unter der Erde gräbt, und an den Oeffnungen, nach Art der Maulwürfe, den losgescharrten Sand aufwirft. Ihre Nahrung besteht in den Wurzeln der Pflanzen, und sie verläſst sehr selten ihre Höhlen.

Vorn ist dieses Thier 5 und hinten 4 Zoll hoch, seine Füſse sind ganz so gebaut, wie bei den Ratten, und an der Daumenwarze ist ein kleiner Nagel. Die Länge des Tarsus verhält sich zur Länge des Körpers wie 1 : $7\frac{1}{2}$, und der Lauf ist wenig behende. Die Form des ganzen Kopfs,

*) Vorgelesen den 15. Januar 1818.

**) Essais sur l'histoire naturelle des Quadrupèdes de la Province du Paraguay par Don Felix d'Azara, traduits par Moreau-Saint-Méry. Tom. II. p. 73 sqq.

der Ohren, Nase u. s. w. unterscheidet dieses Thier in keinem einzigen, der vielen weitläufig von Azara angegebenen Punkte von der Ratte. Aber was dagegen sehr auffallend ist: das Haar auf dem Rücken ist mit Stacheln gemischt, oder vielmehr, die mehrsten Haare sind an der untern Hälfte platte zweischneidige Borsten, und laufen erst nach der Spitze in feines, weiches Haar aus, können daher auch nicht stechen, noch Stacheln genannt werden. Oben haben diese Platten eine erhabene Längsleiste, unten eine vertiefte Furche. Nach drei Viertel ihrer Länge sind sie weifslich, das letzte Viertel aber ist dunkel, und die Haarspitze, worin sie endigen, röthlich, daher dies auch die allgemeine Farbe des Rückens und der Seitentheile, auf welchen übrigens zwischen den sogenannten Stacheln auch noch feines weifses Haar wächst, das aber nicht zum Vorschein kommt. Die Aussenseiten der Schenkel sind von der Rückenfarbe, die Kehle und der ganze Unterleib weifslich, ohne eine Spur dieser Borsten.

So auffallend die Erscheinung eines solchen Stachelthiers sein mochte, so war sie doch, schon zur Zeit ihrer ersten Bekanntwerdung, nicht ohne Beispiel. Schon Allamand hatte in den Nachträgen zu Büffons Naturgeschichte den goldschwänzigen Siebenschläfer, dieser stachligen Ratte sehr ähnlich, beschrieben, und nachdem Zimmermann, Pennant und Shaw desselben unter dem Namen *Myoxus chrysuros* erwähnt hatten, wagte es zuerst Schreber, ihn blofs wegen der Stacheln den Stachelschweinen zuzugesellen und *Hystrix Chrysuros* zu nennen. Zu gleicher Zeit mufste jeder Verständige in Le Vaillants borstigem Eichhorn (*Sciurus setosus* Forster) etwas sehr Aehnliches vermuthen, und während nun die Fragen nach der Stellung dieser Thiere ohne Entscheidung blieben, schien Azara's Entdekkung auf einmal den Ausschlag zu geben, indem sie bewies, dafs es eine Mittelform zwischen Ratte und Stachelschwein gebe, die als solche durch eigne Gattungskennzeichen bemerklich gemacht zu werden verdiene. Es währte auch nicht lange, bis Geoffroy diese Gattung unter dem wohl nicht sehr richtig gebildeten Namen *Echimys* aufstellte, in welcher er Buffons goldschwänzigen Schläfer (*Lerot à queue dorée*) mit Azara's *Rat épineux* vereinigte. Fast zu derselbigen Zeit gab Illiger sein Werk über die Gattungen der Säugethiere und Vögel heraus, in welchem er, da dem Berliner Museum inzwischen eine Art von Stachelschweinen mit platten Stacheln aus Brasilien zugekommen war, die neue Mittelgattung in die Familie der

stachligen Nagethiere unter den Namen Loncheres (Lanzenthier) aufstellte, und derselben auch jenen Buffonschen Schläfer und Azara's Stachelratte zugesellte *). Cuvier in seinem neuesten Werk: Le règne animal, folgt der Geoffroyschen Meinung und Benennung, und stellt diese Thiere in die Abtheilung der Nager mit vollkommenen Schlüsselbeinen, ohne von Illigers Entdeckung weitere Kenntnifs zu nehmen, wahrscheinlich weil derselbe keine genaue Beschreibung davon gegeben, und auch die künstlichen Merkmale in so fern nur unvollständig angedeutet hatte, als die Zahl und der Bau der Backenzähne von ihm nicht untersucht, und als denen der Stachelschweine gleichgebildet vorausgesetzt waren. Während unter diesen Umständen noch immer nichts völlig Entscheidendes und Bestimmtes über diese Gattung und den ihr anzuweisenden Platz im System gesagt werden konnte, ist dem Museum in den letzten Tagen des abgelaufenen Jahres das unten näher zu beschreibende Thier aus Brasilien zugekommen, das, ohne gegen die von Illiger angegebenen Kennzeichen und den von ihm gewählten Namen zu streiten, doch beweiset, dafs die französischen Zoologen in Hinsicht auf die Stellung dieser Thiergattung in einem guten natürlichen System richtiger muthmafsten, als er, und dafs die Gattung Loncheres vielmehr in die Nähe der eigentlichen Mäuse, als der sogenannten Stachelschweine gestellt werden müsse. Es bildet nämlich dieses Thier den bisher fehlenden Uebergang von den oben erwähnten Azaraschen und Buffonschen Thieren, (nach welchen Geoffroy und Cuvier urtheilten), zu Illigers Lanzenthier, das sie nicht kannten, und zum erstenmal können nun die Merkmale der Gattung vollständig, bestimmt und umfassend gegeben werden.

Allen diesen Arten kommt nämlich folgender künstliche Charakter zu: In jedem Kiefer sind rechts und links 4 schmelzfaltige Backenzähne; die Schnauze ist zugespitzt mit gespaltener Lippe; die Tarsen sind lang und schmal; der Hinterzehen sind 5, von welchen die 3 mittlern ansehnlich länger als die seitlichen, der Vorderzehen 4 und eine Daumenwarze mit kurzem Plattnagel; der Schwanz ist bei keiner Art buschig.

Von den Stachelschweinen unterscheiden sie sich daher nicht nur durch die eigenthümliche Form der auf dem Rücken befindlichen Borsten,

*) Illiger Prodromus systematis Mammal. et Avium p. 90 und desselben Abhandlung über die Verbreitung der Säugethiere in den Schriften der Akademie vom Jahr 1804 — 11. S. 113.

sondern auch durch die Form der Schnauze, die bei jenen sehr abgestumpft und breit ist, ferner durch die bestimmte Zahl der Zehen und durch die Bildung der Tarsen. Denn den Stachelschweinen ist eine besonders platte und breite Gestalt des Plattfufses eigen, die sie von allen übrigen Nagern unterscheidet, und vorzüglich die americanischen Arten, welche lange Wikkelschwänze haben, sehr auszeichnet. Da diese nämlich alle kletternde Thiere sind, so ist ihnen der Mangel des Daumens durch einen merkwürdigen Vorsprung der innern Seite der Fufsbeuge ersetzt, durch dessen Hülfe sie sich ihrer Füfse zum Umfassen der Zweige mit Leichtigkeit bedienen können. Wahrscheinlich hat diese Bildung auch hier wie bei dem zweizehigen Ameisenfresser ihren Grund in einem überzähligen langen und platten Knochen, der sowohl an den Vorder- als Hinterfüfsen, den Fufswurzelknöchelchen angefügt ist. Etwas Aehnliches fehlt hier ganz, und diese Lanzenthiere sind unverkennbar grabende Erdbewohner, deren Hinterfüfse Kraft und Schwung zum Auswerfen der losgescharrten Erde haben, aber nie zum Klettern gebraucht werden können.

Von den Ratten und Mäusen unterscheidet diese Thiere die Zahl und der Bau ihrer Backenzähne. Sie sind nach denselben offenbar nur pflanzenfressend, da jene aus dem Mangel der Schmelzleisten und den deutlichen Zahnhöckern für Omnivoren erkannt werden.

Am nächsten stehn sie offenbar nach den künstlichen Merkmalen noch den Schläfern. Doch ist hier wieder die Länge der Tarsen und der dünn- oder kurzbehaarte Schwanz unterscheidend. Auch darf man wohl etwas auf die langstreckige, schmächtige Körperform, die sie zum Röhrenbau geschickt macht, geben, und in der ganz unterschiednen Lebensart einen Grund finden, der die Vereinigung beider abräth. Auch eignet sich deshalb diese Gattung sehr wohl zu einer abgesonderten Betrachtung, weil, wie sich gleich ergeben wird, jede der Arten, welche sie begreift, sich einer andern der älteren Gattungen anschliefst, und es deshalb ebenso widersinnig erscheinen müfste, sie alle mit einer derselben zu verschmelzen, als sie auseinander zu reifsen, und jene einzelnen zu den Gattungen, denen sie ähneln, zu rechnen, welches doch nicht ohne grofsen Zwang würde geschehen können. Solche Mittelgattungen aber erfordern ihren eignen Platz, wenn durch ihre Bestandtheile die Merkmale der bisher angenommenen

nicht getrübt, und, weil sie dann in allgemeineren Ausdrücken gestellt werden müssen, nicht schwankend und vieldeutig werden sollen. Um so mehr aber sind solche Trennungen gerechtfertigt, wenn, wie hier, alle Arten einem und demselben Vaterlande angehören, und ihre Besonderheit als das Produkt constanter äufserer Lebensbedingungen betrachtet werden darf.

Es sind 4 Arten, welche diese Gattung ausmachen:

1) Loncheres paleacea. Ill. *L. testacea, vitta frontali alba, cauda longitudine corporis, basi squamata, apice pilosa alba.*

Länge des Leibes: 11½ Zoll. Vaterland: die Provinz Para in Brasilien.

Schmale, lanzettförmige, gerandete Borsten von 12 bis 16 Linien Länge und 1 Linie Breite, bedecken den ganzen Rücken und die Seiten des Körpers, kürzere und schmälere den Hals und Nacken, so wie die Aussenseiten der Schenkel. Zwischen ihnen stehen einzelne dünne Haare, die aber ganz von ihnen bedeckt werden. Dies ist die gröfste Art, und die, welche am mehrsten den Stachelschweinen ähnelt. (Eine genauere Beschreibung wird unten gegeben werden.)

Von dieser Art befindet sich im Berliner Museum nur ein Exemplar, nach welchem Illiger die Kennzeichen seiner Gattung Loncheres gebildet hat. Die Abbildung (Tab. I. Fig. 1.) stellt das Thier in ⅔ der Lebensgröfse dar. Daneben sieht man einen der lanzettförmigen Rückenstacheln in natürlicher Gröfse, A von unten, B von oben.

2) L. chrysuros. n. *L. vulpina, crista capitis, caudaque apice aureo-sericeis.*

Myoxus chrysuros. Penn. Zimm. Shaw.

Hystrix Chrysuros Schreb.

Echimys à queue dorée Geoffr.

(Ein wohlerhaltenes Exemplar sah ich in der Zeit, die zwischen der Abfassung und dem Abdruck dieser Abhandlung verstrich, in der Sammlung des Herrn Ray van Breukelerwaert zu Amsterdam.)

Länge 5 Zoll, des Schwanzes beinahe 7. Vaterland: Surinam.

Aehnliche gerandete Borsten stehen zwischen dem Haar zerstreut, ihre Spitzen haben eine röthliche Farbe, von welcher das Thier aus gewissen Standpunkten angesehn, einen purpurfarbigen Schimmer bekommt.

Dies ist die kleinste Art; unter allen hat sie mit den Schläfern, durch ihren länger behaarten Schwanz am mehrsten äufserliche Aehnlichkeit.

3) L. rufa n. *L. fusco-rufescens, subtus alba, cauda mediocri pilosa.*

Rat épineux Azara.

Echimys roux Geoffr.

Länge 10 Zoll, Schwanz 3 Zoll.

Die oben nach Azara beschriebene Art, die nach Cuviers Angabe auch in Cayenne gefunden wird. Wenn man sie nach ihren äufsern Umrissen und nach der Schwanzbildung zu einer europäischen Thiergattung bringen wollte, müfste man sie den Wühlmäusen, Wasserratten und Lemmingen (Illigers *Hypudaeus*) zugesellen.

4) L. myosuros N. *L. dorso fuliginoso, lateribus helvolis, abdomine albo, cauda longissima annulato-squamata.*

Länge 8 Zoll, des Schwanzes 9.

Die Exemplare, welche das Berliner Museum besitzt, sind aus der Provinz Bahia, durch Herrn Freyreifs übersandt. Ich will jetzt eine genauere Beschreibung dieser, äufserlich den gemeinen Ratten sehr ähnelnden Art geben.

So sehr unser Thier auf den ersten Anblick der Azaraschen Stachelratte, mehr noch nach desselben Abbildung als seiner Beschreibung, gleicht*),

*) Die Beschreibung nämlich ist gleich von Haus aus hin und wieder, einer hinten angehängten Hypothese zu gefallen, so gestellt, dafs diese dadurch gestützt werden soll. Azara vermuthet nämlich, dafs der Tucan, eine Art von Maulwürfen, welche Buffon nach Fernandez beschreibt, seine Stachelratte sei. Darum nennt er gleich die Hinterfüfse sehr kurz, was sie auf dem Bilde nicht sind, und meint, man erkenne gleich, dafs der Bauch auf der Erde schleppe, dafs das Thier nicht sehr schnell sei u. s. w.

so auffallend sind doch sogleich die Hauptabweichungen in der Länge des Schwanzes und der Zeichnung des Balges. Indessen der Körper des Thiers selbst kleiner ist, als bei jener, und von der Schnauze bis zur Schwanzwurzel nur 8 Zoll mifst, hat der Schwanz allein eine Länge von 9 Zoll, (ist also im Verhältnifs noch länger als bei unsern Ratten.) Nur ganz im Anfang ist derselbe einen halben Zoll lang mit Haaren bedeckt, dann aber nackt, mit Schuppenringen umgeben, zwischen welchen hin und wieder ein einzelnes Häärchen ausgespart steht, und erst zwei Zoll vor der Spitze werden diese wieder häufiger und länger, bis sie endlich ganz an der Spitze und über dieselbe hinaus einen dünnen Pinsel bilden, zwischen dessen Haaren man aber die Schuppenringe immer noch unterscheiden kann. Dieser Schuppenringe finden sich nach der ganzen Länge des Schwanzes zwischen 250 und 260, also ungefähr eben so viel wie bei der gemeinen schwarzen Ratte. Die Länge der ausgestreckten Vorderfüfse vom Ellenbogen bis zur Zehenspitze beträgt 2 Zoll, die Hinterfüfse dagegen sind vom Hüftgelenk an gerechnet 5 Zoll lang; $1\frac{1}{2}$ Zoll kommen allein auf die Tarsen und $\frac{1}{2}$ Z. auf die Zehen, welche unten nackt und wie die Vorderfüfse mit fleischigen Vorragungen versehn sind. Die Schnauze ist zugespitzt, die Nase vorragend, und nach unten in einem Winkel von etwa 80 Graden mit der Stirn- und Nasenebene in die Oberlippe übergehend, welche eng und tief gespalten, die orangefarbigen Nagezähne bedeckt. Um den Mund herum bis zwischen Nase und Auge hinauf, stehn an jeder Seite 20 bis 25 sehr elastische Bartborsten, von welchen die längsten 3 Zoll messen. Die Augen von mäfsiger Gröfse liegen seitlich genau in der Mitte zwischen Nase und Ohren, und diese letzten sind nackt von Gröfse und Gestalt der Rattenohren. Die Farbe ist auf der ganzen Rückenlinie dunkelbraun, auf der Stirn und im Nacken mit röthlichem Anflug, zwischen den Ohren ins Schwarze übergehend, und von den Schulterblättern bis zur Schwanzwurzel von derselben Farbe, aber mit fettigem Glanz. Am breitesten ist dieser dunkle Streif in der Gegend der Weichen, wo er 2 Zoll mifst, von da bis zum Schwanz verläuft er immer schmäler, und setzt sich bis in die äufsersten Spitzen der Haare fort, welche die Schwanzwurzel decken. Die Seitentheile des Kopfes, die Schultern, Weichen, die Keulen und Aussenseiten aller 4 Schenkel sind von lichtem, hin und wieder ins Graue schielendem Braun, das erst an den Unterschenkeln der Hinterfüfse mehr in die dunkle Farbe des Rückens übergeht, und dort dicht über den Tarsen einen voll-

kommenen Ring von dieser Farbe bildet. Die ganze Unterseite des Leibes, so wie die innere der Schenkel, ist rein weifs in einer überall ziemlich gleichmäfsigen Breite von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, die sich scharf gegen die Seitenfarbe des Leibes absetzt. Von der Fufsbeuge an sind alle vier Füfse oben mit zartem weifsem Haar bedeckt, das erst an den Krallen länger wird und diese überwächst. Auch der kahle Schwanz ist genau nach seiner Hälfte, oben schwärzlich unten schmutzig-weifs.

Soweit auf dem Rücken die dunkelbraune Farbe herrscht, ist derselbe mit Stacheln von platter Lanzettform bedeckt, die in seiner Mitte eine Länge von 9 — 10 Linien und kaum eine Linie Breite haben, gegen die Seiten hin aber und nach dem Schwanz zu nur 7 — 8 Linien lang und um die Hälfte schmäler sind, als jene. Alle diese Stacheln entspringen mit kurzem rundlichem Stiel aus der Haut, und nehmen von da gleich ihre Breite an, von welcher sie bald sich verschmälern und in die sehr elastische scharfe Spitze auslaufen. Alle haben an der obern Seite einen erhabnen Rand von dunklerer Farbe, und bilden eine Rinne, deren Vertiefung weifslich ist. Wo die Randleisten gegen das letzte Drittheil der Länge zusammenstofsen, wird die Farbe am dunkelsten, und da von allen Stacheln nur diese Spitzen vorragen, erhält der Rücken davon seine Farbe. Von einem Auslaufen der Stacheln in feine Borsten ist hier nirgends eine Spur, vielmehr sind sie alle sehr scharf zugespitzt und fein abgestutzt. Wohl aber bemerkt man zwischen ihnen feines weifsliches Haar, das aber wegen seiner geringern Länge nicht zum Vorschein kommt. Auch unterscheiden sie sich noch darin von den sogenannten Stacheln des Azaraschen Thiers, dafs die Rinne auf der Oberseite befindlich ist, dort hingegen auf der Unterseite liegen soll, wenn anders jene Angabe nicht auf einer leicht möglichen Verwechslung der Flächen beruht, die ich fast vermuthen mufs, da die drei andern Arten dieser Gattung ihre Stacheln von derselben Bildung haben, wie die hier beschriebne. Aehnliche, wenn gleich viel schwächere und hellgefärbte Stacheln finden sich auch an den lichteren Seitentheilen, einzeln zwischen dem Haar zerstreut.

Die Abbildung (Tab. I. Fig. 2.) stellt unsre Stachelratte in $\frac{2}{3}$ der Lebensgröfse dar; die Stachel daneben ist eine der gröfseren des Rückens in natürlichem Maafs, A von unten, B von oben gesehn.

Es

Ich füge hier noch, zu desto leichterer und sicherer Unterscheidung auch über die erstgenannte neue Art des Berliner Museums, die *Lonchéres paleacea* Ill. einige genauere Bestimmungen hinzu. — Die allgemeine Farbe ist ein gelbliches Graubraun (Farbe des gebrannten Töpferthons). Auf der Rückenseite stehn einzelne, ins Kastanienbraun übergehende, grofse Flekken, von welchen besonders die um die Ohren und im Nacken sich durch tieferes Dunkel auszeichnen. An der Bauchseite und den Füfsen ist die Farbe kaum heller. Der Schwanz ist in seinem ersten Drittheil von der dunkeln Farbe der Rückenflecken, übrigens weifs. Der ganze Bau des Thiers ist gedrungener und plumper, als bei den übrigen dieser Gattung. Der Hals ist ziemlich dick und kurz; die Ohren, halbkreisförmig und etwas gerandet, haben schon Vieles von der bekannten eigenthümlichen Form der Stachelschweinohren, die Tarsen sind platt und kurz, kaum einen Zoll lang, eben soviel kommt auf die Zehen, die mit starken weifsen Krallen bewaffnet sind. Vom Hacken bis zur Zehenspitze ist hier der Fufs also nicht länger, als bei der vorhin beschriebenen viel kleineren Art, bei welcher überdiefs die drei mittlern Zehen des Hinterfufses die beiden äufsern an Länge weit übertreffen, indessen sie hier nur mäfsig vorragen. Der Vorderfufs vom Ellenbogen bis zur Spitze mifst $2\frac{1}{2}$ Zoll. — Die Bartborsten sind zahlreicher als bei jener, selbst über den Augen sitzen noch einzelne, alle sind von weifser Farbe. Schon gleich auf der Stirn nimmt das Haar die Gestalt platter, auf der Oberseite gefurchter Borsten an, die auf dem ganzen Rücken und den Seiten des Leibes wirkliche Stacheln von scharf zugespitzter Lanzettform darstellen, und nur mit wenigem Haar untermischt sind. Nur die Bauchseite und die untern Fufsglieder haben gar keine Stacheln.

Es ist noch mit wenigen Worten die Frage zu beantworten, wie nahe das oben erwähnte, von Le Vaillant in Südafrica entdeckte borstige Eichhorn hiehergehöre. Aus der unvollständigen Beschreibung *) ergiebt sich zwar, dafs die Borsten von mehr als gewöhnlicher Derbheit und Elasticität sein müssen, denn Le Vaillant bemerkt, dafs sie bei der Berührung und dem Schütteln ein Rasseln hören lassen, auch wird dem Haar auf dem Schwanz nur wegen seiner gröfsern Länge mehr Biegsamkeit zugeschrieben,

*) Le Vaillant Reise etc. Uebersetzt von Forster. Th. III. S. 281.

aber nirgends wird von der Gestalt der Stacheln etwas näheres beigebracht, auch übrigens nur angeführt, das Thier gleiche im Bau dem canadischen grauen Eichhorn, und trage im Lauf seinen Schwanz, wie diese Thiere zu thun pflegen. Aus jenem Stillschweigen über die Form der Stacheln, darf man fast schliefsen, dafs sie rund gewesen, da die fremdere platte Gestalt einem sonst so guten Beobachter nicht entgangen sein würde, und die Angaben von der Aehnlichkeit mit dem Eichhorn, selbst in den Bewegungen, geben zu erkennen, dafs der berühmte Reisende ein auf den Bäumen lebendes Thier gesehn habe. Beides pafst zu wenig zu den Merkmalen der hier abgehandelten Gattung, als dafs man sie schon jetzt mit dieser neuen Art bereichern dürfte. Vielmehr ist zu vermuthen, man werde dereinst in dem Stachel-Eichhorn, wenn es einen genauern Beobachter findet, eine ganz eigenthümliche und neue Bildungsstufe erkennen, durch welche sich eine bisher kaum geahnete Verwandtschaft zwischen den scheinbar entferntesten Nagenthierfamilien knüpft, und durch welche, zumal für die Betrachtung der Haar- und Stachelbildung überhaupt, vielleicht noch eine neue Beziehung gewonnen werden kann.

Dagegen ist mit gröfserer Sicherheit zu vermuthen, dafs die neue Art von Mäusen, welche Geoffroy in dem Prachtwerk: Description de l'Egypte*) unter dem Namen *Mus cahirinus* (*La souris du Caire*) hat abbilden lassen, zu der Gattung Loncheres werde zu rechnen sein. Denn auch sie hat platte Stacheln mit den Haaren gemischt. Nur läfst sich in diesem Augenblick die Frage noch nicht mit voller Bestimmtheit entscheiden, da der Text dieses Werkes, soweit er die Säugethiere betrifft, noch nicht in unsern Händen ist.

*) Hist. Nat. I. Tab. 5. Fig. 2.

# Die Gattung Dendrocolaptes.

Von Herrn Lichtenstein *).

Der verdiente Herrmann**) in Strasburg gab zuerst diesen Namen einer Abtheilung von Vögeln, welche Buffon in seinen Werken ***) mit dem Namen *Pic-Grimpereaux* (Specht-Baumläufer) belegt hatte. Es waren diesem letztern nämlich aus Cayenne zwei Vögel übersandt, welche keinem früheren Schriftsteller bekannt gewesen waren, und die mit den Spechten die Bildung des Schwanzes gemein hatten, sich aber durch ihre Gangfüfse auffallend von ihnen unterschieden, und daher mit unsern Baumläufern oder Grauspechten (*Certhia familiaris*) noch am mehrsten übereinkamen. Obgleich Buffon die beiden, gemeinschaftlichen Merkmale schon gut angegeben und erläutert hatte, liefsen sich dennoch die Systematiker Latham und der ihm folgende Gmelin durch die Verschiedenheit des Schnabelbaues verleiten, sie wieder aus einander zu reifsen, und so erschien der eine, den Buffon *Picucule de Cayenne* genannt hatte, unter dem Namen *Gracula cayennensis*; der andere, Buffons *Talapiot*, hiefs bei ihnen *Oriolus Picus*. Illiger erwarb sich in seiner Bearbeitung des Systems der Ornithologie ****)

*) Vorgelesen den 15. Januar 1818.

**) Joh. Herrmann Observationes Zoologicae, Opus posthumum edidit F. L. Hammer Argentor. 1804. p 155.

***) Buffon Hist. nat. des Oiseaux. Vol. VII. p. 82. Ej. Planches enlum. Tab. 605 et 621.

****) Illiger Prodromus etc. p. 212.

das Verdienst, unter dem Herrmannschen Gattungsnamen beide wieder zu vereinigen, und ihre Kennzeichen bestimmter zu fassen. Zugleich *) zeigte er, dafs diese Gattung viel zahlreicher sei, als man bisher angenommen, indem er die von Azara neubeschriebenen Arten und einige im Berliner Museum vorhandene dazu rechnete und ihre Zahl auf 8 brachte. Seitdem hat Le Vaillant mehrere von diesen und einige neue unter dem Namen *Grimpars* in einem seiner neuesten Prachtwerke **) abgebildet, auch unserm Museum sind inzwischen noch einige bisher unbekannte ausgezeichnete Formen zugekommen, und es ist nunmehr wohl Zeit, alle diese Materialien zusammen zu stellen, und in einer umfassenden Bearbeitung zu sichten.

Die von Illiger aufgestellten Kennzeichen der Gattung sind, wenn man die zu bestimmten und zu Vieles ausschliefsenden Ausdrücke über den Schnabelbau abrechnet, vollkommen naturgemäfs und zuverläfsig. Das Charakteristische liegt hier durchaus nur in der Bildung der Füfse und Schwanzfedern. Die der erstgenannten mufs hauptsächlich in Hinsicht auf die grofse Verschiedenheit derselben von den Spechtfüfsen beachtet werden, demnächst unterscheiden sie sich 1) durch die gleiche Länge der beiden äufsern Vorderzehen ***), und 2) durch die Kürze und Stämmigkeit der Hinterzehe, von den verwandteren Bildungen bei den Staaren, Drosseln, Spechtmeisen und Troupials. Uebrigens sind bei allen Arten die Füfse schwach und dünn, und die Vorderzehen lang und zart. Ihre Farbe ist dunkel, bei einigen schwarz, nur bei wenigen graubraun. Die Schwanzfedern aber haben einen ganz eigenthümlichen Bau, der gar nicht mit dem für gleich gehalten werden darf, was die starren Schwanzfedern der Spechte auszeichnet. Bei diesen nämlich sind nicht nur die Schafte sehr robust und elastisch, sondern auch die letzten Fasern der Fahne, so dafs man sie dem Fischbein vergleichen kann. Hier aber haben die Schafte allein diese Beschaffenheit, indessen die Fasern eben so weich sind wie die ganze übrige Befiederung. Sie zeigen sich überdies an den Spitzen abgeplattet, zugeschärft, etwas nach unten und aufsen gebogen, und ragen bald

*) Desselben Abhandlung über die Vertheilung der Vogel über die Erde in den Abhandlungen der Berliner Akademie von 1812-13. S. 232 und Tab. IV. 2.

**) Le Vaillant Hist. nat. des Promerops et des Guêpiers. Tab. 24 bis 30. Leider ist der Text zu diesem Werke noch nicht vollständig nachgeliefert, so dafs über die Richtigkeit der gegebenen Art-Bestimmungen noch mancher Zweifel bleiben mufs.

***) Illiger hat das Verdienst, auf dieses wesentliche Merkmal der Gattung, das Allen vor ihm entgangen war, aufmerksam gemacht zu haben.

mehr bald weniger über die Fahnen hinaus. Die innere Fahne ist nämlich vor der Spitze rundlich abgestutzt, und nur von der äufsern verlaufen sich kurze schwache Fäserchen bis beinahe an die äufserste Spitze.

Alle Arten haben eine merkwürdige Uebereinstimmung in Färbung und Zeichnung. Flügel und Schwanz sind nämlich durchgehends zimmtfarben (oder Spaniolfarben) mit dunklern und glänzenden Schaften. Der Rükken ist bei den mehrsten von derselben Farbe, zuweilen auch mit olivenfarbigem Anflug, und dann ist auch die Unterseite des Leibes, die fast bei allen sich heller zeigt als der Rücken, von diesem Anflug überlaufen. Die gröfsern Arten haben die Kopf-, Hals-, Brust- und Nackenfedern mit weissen Tropfen bedeckt, die unter der Kehle am mehrsten in einander verflieſsen, auf der Brust aber durch scharfe dunkle Ränder aus einander gehalten sind, die dieser Gegend eine gefällige schuppige Zeichnung geben. Auf Kopf, Nacken und Rücken erscheinen diese Flecken von schmutzigerm Weifs und von schmaler Gestalt, wie sie denn überhaupt nur breitere sogenannte Schaftstriche der Federn sind. Bei den kleinern Arten verschwindet diese Zeichnung mehr und mehr, und der Kopf und Seitenhals ist bei ihnen von der Farbe des Rückens.

Die Unterscheidung der Arten würde demnach äufserst schwierig sein, ja fast nur auf die Gröfse der ausgewachsenen Vögel gegründet werden können, wenn in der Gestalt des Schnabels innerhalb dieser Gattung nicht eine so ungemein grofse Manchfaltigkeit wäre. Sie kann in dieser Hinsicht als eine merkwürdige Ausnahme von der bei allen verwandten Vögelgattungen herrschenden Gesetzmäfsigkeit der Schnabelbildung gelten, ja sie übertrifft darin sogar die Raben und Krähen, und kann zum Beweis dienen, dafs man bei dem Bestreben nach Consequenz und nach Einheit des Grundes, von welchem die generischen Merkmale innerhalb einer bestimmten Abtheilung hergenommen werden sollen, mit grofser Behutsamkeit verfahren müsse.

Um nicht in der Angabe der allgemeinen Verhältnisse des Schnabelbaues bei diesen Vögeln zu weitläuftig zu werden, will ich mich begnügen zu bemerken, dafs die Gestalt des Drosselschnabels (jedoch ohne Ausrandung) als die zum Grunde liegende Hauptform bei allen betrachtet werden könne, doch bald ansehnlich verlängert, bald kräftig verkürzt; bald schmal zusammengedrückt, bald rundlicher verlaufend; bald nach der ganzen Länge gebogen, bald mit so geradem Rücken und aufwärts dagegen

sich erhebender Kinnladenkante, dafs man eine Spechtmeise (Sitta) vor sich zu sehen glaubt. Cuvier nennt sie daher Spechtmeisen mit Stachelschwänzen. Die Nasenlöcher liegen immer hart an der Basis des Schnabels in einer kleinen Vertiefung; die Membran, welche sie von hinten her deckt, ist mit feinen Federn bewachsen. Die Oeffnung des Schnabels reicht bis unter die Augen. Die Unterkinnladenäste sind kurz, und betragen nur $\frac{1}{4}$ höchstens $\frac{1}{3}$ der ganzen Schnabellänge. An dem vereinigten Theil der Unterkinnladen ist keine Spur einer Nath oder Furche bemerkbar.

Was die Lebensart dieser Vögel betrifft, so ist Azara auch hierin der einzige, vollständig berichtende Gewährsmann. Sie haben mit den Spechten das Leben auf und vielmehr an den Bäumen, die Art des Kletterns, das Nisten in den Astlöchern, das Klopfen mit dem Schnabel und Losbrechen der Rinde zum Aufsuchen der Insekten gemein, doch weichen sie darin von ihnen ab, dafs sie die Insekten mit dem Schnabel ergreifen, da sie keine Pfeilzunge wie die Spechte, sondern nur eine einfache knorplige, bei den gröfsern (vielleicht bei allen) federartige Zunge haben, ferner darin, dafs sie ihr Klettern schon unten an den Bäumen, in einer Höhe von 3 Fufs über dem Boden anfangen, da die Spechte nicht gern tiefer als 10 bis 12 Fufs von der Erde herabkommen. Sie leben Paarweise, und nicht in Familien, wie letzteres Buffon berichtet hat. Ein wichtiger Punkt, der sich aus Azara's Bemerkungen ergiebt, ist der, dafs Männchen und Weibchen sich nicht unterscheiden, woraus man überhaupt wohl auf ziemliche Gleichmäfsigkeit der Färbung und Zeichnung unter den Individuen einer Art schliefsen darf. Nichts desto weniger wage ich es nicht, einzelne Arten, welche Illiger nach überaus feinen Kennzeichen unterschieden hat, anders als unter einigem Zweifel über ihre Identität hier aufzuführen, und mufs überhaupt bemerklich machen, dafs erst noch manche Frage über das Wachsthum des Schnabels und den Wechsel des Gefieders bei diesen Vögeln beantwortet sein mufs, ehe alle hier gegebene Bestimmungen ganz fest stehn. Uebrigens will ich hier ein für allemal erwähnen, dafs alle die nun zu beschreibenden Arten in Guiana und Brasilien zu Hause gehören, wo, wenn man nach dem Erfolge der letzten Jahre schliefsen darf, die innern waldigen Gegenden eine ungemeine Mannichfaltigkeit dieser Form in vielen noch unentdeckten Arten enthalten müssen.

1) D. longirostris. Ill. *D. rostro subarcuato elongato valido compresso albo, gutture candido, pectore argute squamato.*

Le Grimpar Nasican. Le Vaill. Hist. des Prom. et Guêp. Tab. 24.

Länge (von der Schnabelwurzel bis zur Schwanzspitze) 10 Zoll, Schnabel $2\frac{1}{2}$ Zoll. (In Mus. Berol.)

Von schmächtigerm Bau als alle übrigen, besonders ist der Hals verhältnifsmäfsig sehr lang und dünne. Auch auf dem Nacken und Rükken setzen sich die weifsen Schaftstriche fort, und besonders sticht ein breiteres weifses Band hervor, das über den Augen hinabläuft. Rücken, Flügel und Schwanz sind einfarbig, tief zimmtbraun.

2) D. cyanotis n. *D. rostro subarcuato acuto livido, regione parotica schistacea, striis cervicis obsoletis.*

Le Grand Grimpar. Le Vaill. Tab. 25.

Länge 13 Zoll, Schnabel 2 Zoll.

Aufser den matten Schaftstrichen am Oberhals sind sonst keine vorhanden. Die Farbe des Rückens und Bauchs zieht etwas ins Olivengrüne. Die Zunge faserig, fast federartig, der Schnabel, nach der Abbildung zu urtheilen, beinahe wie bei *Merops*. Diese Art ist mir nur aus der citirten Abbildung bekannt. Der Text dazu ist zur Zeit noch nicht geliefert.

3) D. cayennensis. Herrm. *D. rostro subarcuato teretiusculo nigro, abdomine flavicante.* (?)

Picucule de Cayenne. Buff. Pl. enl. T. 621.
Climbing Gracle Lath. Synops.
Gracula scandens Ejusd. Ind. Ornith. Shaw.
— cayennensis. Gmel.

(*Gr. striata, supra rufa, subtus flavicans, capite et gula ex rufo et albo variis, cauda cuneiformi acuminata alisque rufis unicoloribus. Syst. Nat. ed. Gmel. pag.* 399. *Dendrocolaptes major. Herrm. obs. zool. l. c.*)

Länge 10 Zoll, Schnabel 2 Zoll.

Ungeachtet diese Art am längsten bekannt ist, gehört sie zu den dunklern, und scheint von neuern Reisenden eben nicht mit nach Europa gebracht zu sein, denn Buffons Abbildung ist noch immer die neueste. Ich habe den Vogel selbst nicht gesehn *).

4) D. guttatus n. *D. rostro rectiusculo cultrato nigrescente gnathidiis albicantibus, gula guttisque oblongis colli, dorsi, pectoris abdominisque sordide albis aut ochraceis.*

Le Pic grimpereau commun, Azara 242.
Dendr. nigrirostris. Illig.

*) Die Berichtigung dieser Art sehe man in dem Nachtrag zu dieser Abhandlnng.

Länge $8\frac{1}{2}$ Zoll, Schnabel $1\frac{1}{3}$ Zoll.

Nacken, Mittelrücken und ganze Unterseite neigen ins grünlich-braune, Flügel und Schwanz sind tief zimmtbraun. Uebrigens pafst auf 2 Exemplare, die das Berliner Museum aufzuweisen hat, Azara's Beschreibung vollkommen. Sie unterscheiden sich aber darin, dafs bei dem einen die Kehle und die ziemlich breiten Schaftstriche hellweifs, bei dem andern gelblich, und letztere schmäler sind, was offenbar nur als Altersverschiedenheit zu betrachten ist.

5) D. tenuirostris N. *D. rostro subarcuato compresso piceo, mandibula fere tota alba, gula alba, capite collo abdomineque dense albo guttatis.*

Länge 6 Zoll, wovon der Schwanz allein fast 3 Zoll, Schnabel 1 Zoll.

Dieser ist dem vorhergehenden durchaus ähnlich, doch unterscheidet ihn seine Gröfse und der Schnabelbau auffallend genug. (Im Berliner Museum.)

6) D. miniatus Ill. *D. rostro subarcuato compresso nigro, mandibula alba, cauda, ptilis pteromatumque marginibus cinnabarinis.*

Länge 5 Zoll, Schnabel — ?

Le Pic Grimpereau à ailes et queue rouges. Azara 246.

Allein von Azara beschrieben.

7) D. flammeus n. *) *D. rostro subarcuato valido acuto livido, apice atro, gula ochracea.*

Le Grimpar flambé. Le Vaill. Tab. 30.

Länge $7\frac{1}{2}$ Zoll, Schnabel $1\frac{1}{4}$ Zoll.

Die Zeichnung wie beim *D. guttatus*, doch durch den Schnabel sehr unterschieden.

8) D. Picumnus n. **) *D. rostro rectiusculo valido cultrato livido, abdomine ochraceo transversim fusco-undulato.*

Le Grimpar Picucule. Le V. Tab. 26.
Le Picucule Viellot Sucriers. Tab. 79.
Le grand Pic Grimpereau. Azar. 241.
Dendr. decumanus. Illig. in Mscr.

Länge $12\frac{1}{2}$ Z. Schnabel 2 Z. Zunge federförmig.

9)

*) Diese Art ist einerlei mit D. guttatus. (S. den Nachtrag zu dieser Abhandlung.)

**) Diese Art ist nicht verschieden vom D. cayennensis. (S. den Nachtrag.) Beide sind also nach dieser neuen Berichtigung zu streichen.

9) D. Picus. Herrm. *D. rostro recto porrecto compresso acuto albo, gonyde ascendente, gula alba, pectore squamato-guttato.*

Le Talapiot. Buffon. Pl. enl. Tab. 605.
Oriolus Picus. Lath. L. Gmel. Shaw.
Le Grimpar Talapiot. Le Vaill. Tab. 27.
Le Pic-Grimpereau à bec court. Azara 243?
Dendrocolaptes minor. Herrm. Obs. zool. l. c.

Länge $7\frac{1}{2}$ Zoll, Schnabel 1 Zoll. (Im Berl. Mus.)

Eine durch den Schnabel sehr ausgezeichnete Art. Nächst *D. longirostris* hat keine andre so breite weifse Schaftstriche und so scharfe dunkle Ränder um dieselbe, als diese. Der Kopf ist dunkelbraun, fast schwarz und mit regelmäfsigen Reihen weifser kleiner Längsflecken dicht besetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs Azara's *P. G. à bec court* dieser Vogel sei, wie sehr sich auch Herr Sonnini in seinen Anmerkungen bemüht, ihn zum *P. G. commun* (unserm *D. guttatus*) zu verweisen.

10) D. obsoletus Ill. *D. rostro recto compresso albicante (gonyde porrecta, culminis apice sensim deflexo) gula maculisque guttatis dorsi et pectoris sordide flavicantibus.*

In Mus. Berol.

Länge $6\frac{3}{4}$ Zoll, Schnabel 10 Linien.

Die Schaftflecken sind vorzüglich zwischen den Schultern häufiger und bestimmter umschrieben, als bei den mehrsten andern Arten. Auf den Federn des Kopfes treten sie ebenfalls sehr deutlich hervor, und geben ihm ein dicht punktirtes Ansehn. Die Zehen sind nach Verhältnifs der Körpergröfse bei dieser Art ungewöhnlich schlank und dünn, und der Schwanz nach Verhältnifs kürzer, als bei allen übrigen.

11) D. chrysolopus Ill. Das vorhandene Exemplar ist so mangelhaft, dafs ich keine Diagnose zu stellen wage. Der Unterschied von dem vorigen liegt in einer hellern Färbung des Schwanzes und dessen gröfserer Länge. Auch ist der Schnabel an der Basis ein wenig breiter. Die Zehen sind länger und stärker.

12) D. fumigatus n. *D. rostro recto? valido nigro, regione parotica nigra lituris albis, collo et pectore immaculatis, tectricibus hinc inde albo-lineatis.*

Le Grimpar enfumé. Le Vaill. Tab. 28.

Länge $7\frac{1}{4}$ Zoll, Schnabel 10 Linien.

15) D. superciliosus. Ill. *D. rostro recto compresso nigrescente, gnathidiis albis, capite rufescente superciliis albis.*

Le Pic-Grimpereau roux et brun, Azara 245.

Länge $5\frac{1}{2}$ Zoll, Schnabel $\frac{1}{2}$ Zoll.

Kehle und Vorderhals weifs, Unterleib lichtbraun, auf den Ohren ein schwarzer Fleck, Rückenseite zimmtfarbig bis auf die äufsern Deckfedern der Flügel, welche schwärzlich sind.

14) D. turdinus. N. *D. rostro recto cultrato livido, gonyde alba, corpore immaculato subtus guajacino, capite striolato.*

Länge $7\frac{1}{2}$ Zoll, Schnabel 10 Linien.

Eine neue Art im Berl. Museum, die mehr als alle auf dem Uebergange zu den Drosseln liegt, doch mit allen vollständigen Kennzeichen dieser Gattung. Die erste Figur der IIten Kupfertafel stellt sie in natürlicher Gröfse dar.

15) D. cuneatus. N. *D. rostri culmine recto, dertro cuneato-depresso cestriformi, gonyde (a basi inde) ascendente, gutture squamato-guttato.*

Länge $4\frac{3}{4}$ Zoll, Schnabel $\frac{1}{2}$ Zoll.

Eine der ausgezeichnetsten Arten! Die Schnabelform ist ganz ohne Beispiel, wenn gleich Illigers *Xenops* eine entfernte Aehnlichkeit dazu darbietet. Man kann sie sich nicht besser vergegenwärtigen, als wenn man sich einen Spechtmeisenschnabel denkt, dem vom letzten Drittheil seiner Länge mit einem scharfen Messer die Oberseite seiner Spitze hohl ausgeschnitten wäre. Er ist einem Klarinetten-Mundstück zu vergleichen, und verläuft sich in eine abgerundete Schärfe, die diesen Vogel zum Insektenfang sehr geschickt machen mufs. Dafs diese Bildung nicht etwa eine zufällige ist, beweist die völlige Uebereinstimmung derselben in 3 Individuen, die wir besitzen. Uebrigens trägt dieser Vogel alle Merkmale der Gattung aufs Vollständigste an sich: die äufsern Zehen sind von gleicher Länge, die Schafte der Schwanzfedern sind sehr starr, ansehnlich über die Fahnen hinaus verlängert und stark nach unten und aufsen gebogen; Schwanz und Flügel zimmtbraun, doch von letztern nur das was äufserlich zum Vorschein kommt wenn sie sich zusammenlegen, nämlich die Deckfedern und die schmalen Ränder der Schwungfedern. Uebrigens sind diese schwärzlich, und von der vierten an haben die folgenden an der innern Fahne nach oben einen Fleck von gelber Farbe. Die Schaftflecken sind auf der Brust

noch ziemlich breit, an der Kehle am breitesten, auf dem Kopf aber nur sehr schwach angedeutet.

Diese Art ist die kleinste von allen. (Man sehe die Abbildung in Lebensgröfse Tab. III. Fig 2.)

---

Azara zählt (unter No. 244) noch einen Vogel hierher, den er *Pic-Grimpereau pale et rouge* nennt, und in welchem der Uebersetzer (Sonnini) schon Lathams und Gmelins *Certhia cinnamomea*, die ihm auch wirklich sehr ähnlich ist, vermuthet.

Einen andern zimmtbraunen Vogel von ähnlichem Bau haben wir unter dem Namen *Certhia rubricata* in unserm Museum, einen dritten von derselben Farbe und Gestalt neuerlich wieder aus Brasilien bekommen.

Noch einen (der aber nicht klettert) führt Azara in Ermangelung eines bessern Platzes als *Pic Grimpereau doré* (247) auf. Latham und Gmelins *Motacilla spinicauda*, mehr noch Le Vaillants *Figuier acutipennes* (Ois. d'Afr. pl. 133) endlich Azaras *Queue en aiguille* (227) und *Inondé* (235) erinnern lebhaft an die hier abgehandelte Gattung.

Man könnte folgende Gründe anführen, weshalb diese acht kleinen Vögel zu der Gattung *Dendrocolaptes* zu rechnen wären:

1) Sie haben sämmtlich starre stechende Steuerfedern.

2) Sie haben gerade robuste Schnäbel, und können nicht für Gattungs-Genossen unsrer *Certhia familiaris* gehalten werden.

3) Ihre Zeichnung und Färbung ist auffallend mit der jener beschriebenen Vögel verwandt, und keiner unter ihnen allen, der nicht braunröthlich oder wohl gar entschieden zimmtbraun wäre.

4) Alle, soviel man weifs, sind Insektenfressend.

Die Gründe, es nicht zu thun, sind folgende:

1) Zwar sind die Schafte stechend, aber nicht abgeplattet und über abgestumpfte Fahnen hinausreichend, sondern alle Steuerfedern entweder abgestutzt, zugespitzt oder zugerundet mit gleichen Seitenfahnen.

(In der Abbildung von *Certhia cinnamomea* bei Vieillot *Sucriers* Tab. 62.) sind die über die Fahnen hinausreichenden Schafte, deren auch Azara erwähnt, dargestellt; man erkennt aber leicht darin etwas durchaus andres, als die oft erwähnte merkwürdige Bildung der *Dendrocolapten*, und

in den zwei Exemplaren unsers Museums ist davon auch keine Spur. Ueberdies ist es möglich, dafs Azara einen ganz andern Vogel vor sich hatte, denn die Identität seines *P. G. pale et rouge* und der *Certhia cinnamomea* ist noch keineswegs erwiesen.)

2) Freilich können sie nicht zu *Certhia* gerechnet werden, aber da ihre Schnabelbildung bei allen viel Uebereinstimmendes mit der der Sylvien hat, so mufs man sie lieber in die Nähe von diesen stellen. Denn das negative Kennzeichen der nicht krummen Schnäbel, kann uns nicht veranlassen, sie zu *Dendrocolapten* zu machen.

3) Ihre Zeichnung hat nie das schuppig Gefleckte; von helleren Hals- und Brustfeder-Schaftstrichen ist bei keinem eine Spur. Dagegen kommen die unsrer obigen Gattung ganz fremden Prädicate des Gelb- oder Weifsbäuchigen, Schwarzkehligen und Gelbbrüstigen vor.

4) Die Nahrung von Insekten kann begreiflicher Weise nicht allein entscheiden. Wohl aber wäre entscheidender, wenn sie an den Bäumen und deren Rinden kletterten und hier die Insekten aufsuchten. Das weifs man aber von Keinem dieser Vögel, und das Gegentheil von Vielen, ja fast von Allen.

5) Der letzte Grund, der mit diesem sehr nahe zusammenhängt ist fast der wichtigste: die Zehen sind durchaus anders gebildet als bei *Dendrocolaptes*. Denn nicht von gleicher Länge sind Mittel- und Aussenzehen, sondern letztere viel kürzer, nur um Weniges länger als die innern. Daher sie nur hüpfen von einem Ast auf den andern, aber nicht sich anhäkeln können, also wahrscheinlich nicht Insektenlarven, sondern entwickelte fliegende Insekten fressen, die sie im Fluge erhaschen.

Diese Gegengründe sind nach meiner Meinung überwiegend, so angenehm es mir gewesen sein würde, wenn zur Erleichterung der Uebersicht auch diese Formen sich unter den aufgestellten Begriff hätten fügen wollen, und unsre Gattung durch sie hätte bereichert werden können. Man sieht aber, welche Gewalt man dem Gattungscharakter von *Dendrocolaptes* anthun, oder wie schwankend er gestellt werden müfste, wenn man sie aufnehmen wollte.

Damit aber diese ganze letzte Untersuchung doch eiu Resultat gebe, will ich hinzufügen, dafs nach meiner Ueberzeugung diese 8 Arten fürerst zu der Gattung *Motacilla*, oder wenn man lieber will *Sylvia*, zu zählen, und als die besondere Tribus: stachelschwänzige Sylvien, aufzuführen sind.

Durch die Zusammenstellung, in welcher sie hier zum erstenmal erscheinen, ist ein neuer Uebergang, der nämlich zwischen *Motacilla* und *Certhia* einer, und *Dendrocolaptes* und *Motacilla* andrer Seits nachgewiesen, und einer dereinstigen Absonderung, wenn sie nöthig werden sollte, der Weg gebahnt.

## Nachtrag im Februar 1820.

Die Zeit, welche seit der Abfassung dieser Abhandlung bis zu ihrem Druck verstrichen ist, hat mich einiges Neue kennen gelehrt, und mich über einige der zweifelhaften Arten aufgeklärt. Da die Einschaltung dieser Erfahrungen nicht ohne eine gänzliche Umarbeitung zu bewerkstelligen gewesen sein würde, und der Abhandlung eine durchaus andre Gestalt gegeben hätte, als in welcher ich sie im Januar 1818 zu liefern im Stande war, mithin das Datum mit dem Inhalt in Widerspruch gewesen wäre, so kann ich nur hier im Anhange liefern, was mir seitdem bekannt geworden ist.

Zuerst habe ich zwei neue Arten der Gattung *Dendrocolaptes* hinzuzufügen, welche vollkommen bestätigen, was ich über die Festigkeit der Hauptmerkmale und über die Wandelbarkeit der Schnabelbildung oben bemerkt habe.

16. D. trochilirostris. N. *D. rostro arcuato elongato gracillimo compresso lineari, castaneo, gula alba, abdomine lineolato.*

Länge (von den Nasenlöchern bis zur Schwanzspitze) $7\frac{1}{2}$ Zoll; Schnabel (auf der Krümmung gemessen) $2\frac{1}{4}$ Zoll.

Die sichelförmige Gestalt des schlanken, in seinem ganzen Verlauf gleich breiten Schnabels, erinnert sogleich an den Schnabel mancher Kolibris, von welchem er sich nur durch die zusammengedrückte Form unterscheidet. Seine obere Hälfte ist lichtbraun, die untere heller.

Das Berliner Museum erhielt diesen seltenen Vogel im Sommer 1818 aus Brasilien. Ich sah ihn seitdem auch im Pariser Museum, doch ohne Benennung. Auch dort hatte man ihn erst vor kurzem erhalten. An Zeichnung gleicht er am mehrsten unserm *D. guttatus*, doch sind die Schaftflecken noch schmaler und strichförmiger. Die IIIte Tafel stellt ihn in natürlicher Gröfse dar.

17) D. Merula. N. *D. rostro recto brevi valido nigro apice deflexo, corpore immaculato gula alba.*

Länge 6½ Zoll, Schnabel 9 Linien.

Diese im December 1819 aus Cayenne uns zugekommene Art steht dem *D. turdinus* am nächsten. Doch ist sie durch den völligen Mangel aller Schaftstriche, den kurzen dunkeln Schnabel und den weifsen Kehlfleck leicht zu unterscheiden. Die Befiederung des Leibes ist dunkel-guajacfarbig, überall von gleicher Stärke, Flügel und Schwanz sind zimmtfarbig mit seidenartigem Glanz. Ich finde eines ähnlichen Vogels nirgends erwähnt, und habe diese Art in keiner Sammlung angetroffen.

Auf einer Reise nach England und Frankreich, die ich im Sommer des Jahrs 1819 zu machen das Glück hatte, habe ich mich vergeblich nach neuen Arten dieser Gattung umgesehn. In England, wo die Sammlungen überhaupt an südamerikanischen Seltenheiten weniger reich sind, als man vermuthen sollte, habe ich nur 4 Arten (die unter No. 4, 5, 8 und 9 von mir aufgeführten) gesehn, und nichts Neues an ihnen gelernt. Dagegen ist mir die Sammlung im Königlichen Garten zu Paris in mancher Hinsicht lehrreich geworden, wegen der nur hier zu suchenden Originale der Abbildungen in den citirten französichen Prachtwerken. Leider waren zur Zeit meines Aufenthalts diese Gegenstände noch gar nicht oder nur sehr unvollständig mit Namen bezeichnet, so dafs mir die richtige Beziehung der Exemplare auf die von ihnen gemachten Abbildungen nicht immer möglich gewesen ist.

Die erste Frage war natürlich nach der ältesten bereits von Buffon beschriebenen Art (*D. cayennensis*). Ich fand sie unter dem von ihm gegebenen Namen *Picucule de Cayenne* und dem Lathamschen *Gracula scandens*, erkannte aber sehr bald, dafs sie nicht verschieden sei, von der von Le Vaillant und Vieillot unter dem Namen *Grimpar Picucule* abgebildeten Art, die ich, da diese Abbildungen so wenig mit der Vorstellung von *D. cayennensis* übereinstimmten, in meiner Abhandlung als eine besondere Art mit dem Namen *D. Picumnus* bezeichnet habe. Buffon nennt nämlich bei seinem *Picucule de Cayenne* die Ockerfarbe des Bauches geradezu gelb (wie sie denn auch in den Pl. enlum. viel zu hell erscheint,) und das haben die Systematiker Latham und Gmelin so treulich übersetzt, dagegen seine Worte: *rayé transversalement de noirâtre* so wenig richtig gedeutet, dafs daraus nun in ihren Werken etwas ganz Andres wurde, als

wirklich da ist. Die von mir unter No. 8. gegebene Art *D. Picumnus* fällt also mit der 3ten *D. cayennensis* zusammen. Der letzte Name, als der ältere bleibt, dagegen weicht die alte Diagnose der neuen richtigeren, und sämmtliche Synonyme werden vereinigt. Das Pariser Exemplar hat nahe an 11 Zoll Länge, steht also in der Gröfse zwischen Buffons Angabe von 10 Zoll und Azara's Beschreibung, die ihm 12 Zoll giebt, in der Mitte. Die feinen wellenförmigen Queerzeichnungen des Unterleibes, der Weichen und sogar der Flügeldeckfedern entstehen daher, dafs jede Feder 3 bis 4 kleine bogige Binden hat. Der Schnabel ist gerade, messerförmig und von lichtbrauner Farbe.

Eine zweite Art mit dem Namen *Picucule flambé* giebt ähnlichen Aufschlufs über Le Vaillants Abbildung Tab. 30., unter dem Namen *Grimpar flambé*. Sie ist nämlich keine andre als unser *Guttatus*, was sich aber wegen der Form des Schnabels und der Gröfse, wie sie Le V. darstellt, keinesweges vermuthen liefs. *D. flammeus* fällt also jetzt ebenfalls weg. Die von mir bereits oben erwähnte Varietät des *D. guttatus* mit sehr heller Zeichnung, steht im Pariser Museum als besondere Art mit dem Namen *Picucule à gorge blanche.* Das Exemplar zeichnet sich überdiefs durch bedeutende Gröfse aus, ein Grund mehr, jene weifse Farbe als Eigenheit des vollkommen ausgewachsenen Zustandes anzusehn.

Wegen des *Grimpar enfumé* Le V. Tab. 28. habe ich eine leise Vermuthung, dafs es einerlei sei mit unserm *D. turdinus.* Doch sind die auffallenden dunkeln Ohrenflecke, und die auf der Abbildung völlig undeutliche Schnabelform Hindernisse, welche verbieten, mit Bestimmtheit darüber zu entscheiden.

*D. tenuirostris* steht unter den Namen *Talapiot* und *Oriolus Picus* im Pariser Museum, und der ächte *Talapiot* von Buffon daneben als blofse Varietät des letztern. Uebrigens habe ich mich aus Ansicht der mehrern Exemplare, welche dort vorhanden sind, überzeugt, dafs Illigers *D. chrysolopos* nur der junge *Talapiot* (*D. Picus*) sei. Dagegen bleibt sein *D. obsoletus* als eine eigne Art stehn, die durch die Kürze des Schwanzes und die Schwäche der Zehen sich vorzüglich auszeichnet. Es läfst sich nun aber auch von diesem behaupten, dafs, da das vorhandene Exemplar durch die Vergleichung mit dem jungen *Talapiot* sich als ein jugendlicher Vogel zu erkennen giebt, die Farbe seiner Flecken mit dem Alter weifser werden werde, also wie sie hier ist, kein Artkennzeichen abgeben könne.

Wahrscheinlich wird man alle mit sehr hellen und bestimmt umschriebenen Flecken gezeichnete Exemplare aus dieser Gattung für alte Vögel ansprechen, die mit rostfarbigen verwaschenen Flecken aber für Junge halten können.

Es bleiben nunmehr nach Obigem von den hier verzeichneten 17 Arten 13 fest stehen, und die eine der übrigen 4, (Le Vaillants *Grimpar enfumé*) kann noch nicht mit Gewifsheit ausgelöscht werden. Das Pariser Museum enthält 7 Arten dieser Gattung, nämlich die unter No. 1. 3. 4. 5. 9. 12 und 16 von mir aufgeführten. Die unter dem Namen *Le grand Grimpar* von Le Vaillant (Tab. 25) abgebildete Art suchte ich dort vergebens. Sie ist wahrscheinlich von ihm aus einer Privatsammlung entlehnt. — Das Berliner Museum besitzt 9 Arten, nämlich die unter No 1. 4. 5. 9. 10. 14. 15. 16 und 17 von mir beschriebenen. Die beiden seltneren von Azara bekannt gemachten Arten: 6. *D. miniatus* und 13. *D. superciliosus* sind mir in keiner Sammlung vorgekommen.

# Von
# den Sepien mit Krallen.

Von Herrn Lichtenstein *).

Einige ältere und neuere Schriftsteller reden mit grofser Bestimmtheit von *Cephalopoden* oder *Sepien*, welche am Ende ihrer zwei längern Fangarme Haken oder Krallen haben, und es ist in der That zu verwundern, dafs von den Zoologen und Anatomen jetziger Zeit diese Angaben so ganz übersehen worden sind, da sie doch ein so interessantes Glied in der Reihe der neuerlich klar gewordenen Thatsachen des Lebens und der Bildung dieser Thiere abzugeben geeignet sind, und da es eben jetzt belangreich erscheinen mufste, an ihren scheinbar nur Fühlfäden ähnlichen Füfsen, Spuren von Gliederung und articulirende Fangwerkzeuge zu kennen, nachdem man innere knorpelartige Theile an ihnen wahrgenommen, die sich dem Schädelgewölbe und vielleicht sogar dem Rückgrat der höheren Thiere analog verhielten; ich meine, nachdem ihnen ein Rumpf-Skelett gefunden war, hätte man ihnen auch Extremitäten nachzuweisen bemühet sein müssen, und die Stellen, wo von harten Theilen an denselben die Rede ist, als trefflich bestätigend, nicht übersehen sollen.

Indem ich durch glücklichen Zufall begünstigt, in dem Folgenden den Versuch wagen darf, diese Lücke auf eine einigermafsen befriedigende Weise auszufüllen, scheint es mir nöthig, mich zuerst über die Worte und Namen zu verständigen, die bei der Unterscheidung der einzelnen Formen

*) Vorgelesen am 3. August 1818.

und ihrer zunächst in die Augen fallenden Theile am mehrsten im Gebrauch sind.

Aristoteles, (dessen genaue Kenntnifs der *Sepien* selbst die in Erstaunen setzt, die mit diesem grofsen Geiste sonst ganz vertraut sind, und von dem unserer wackerer Schneider *) daher noch vor wenigen Jahrzehenden sagen durfte, dafs er die Verdienste und Bemühungen der Neuern um diesen Gegenstand an Genauigkeit und Vollständigkeit der Beobachtungen weit übertroffen habe,) Aristoteles kennt und beschreibt fünf Arten dieser Gattung, die mit bestimmten Kennzeichen hervortreten, und aufser welchen nur wenige andre, selbst in den neusten Verzeichnissen der Thierarten aufgezählt werden.

Zwei derselben haben einen weichen knochenlosen Leib, ohne flossenartige Häute, und nur 8 Arme, die im Verhältnifs zu demselben sehr lang sind. Nämlich:

1) Der Πολύπους (*Sepia octopus* Linn., die Gattung *Octopus* der Neuern) mit doppelter Reihe von Saugnäpfen an den Füfsen, und

2) die Ἐλεδώνη mit einfacher Reihe derselben. Diese letztere ist durch starken Moschusgeruch ausgezeichnet, ihr schwarzer Saft wahrscheinlich das Hauptingredienz der chinesischen Tusche, aber ungeachtet ihres sehr bestimmten Merkmales von Linné und seinen Schülern ganz übersehen, oder mit dem *Octopus* für identisch gehalten, dagegen neuerlich von Cuvier unter dem Namen *Eledon* (statt *Heledone*) zu einer eignen Gattung erhoben **).

Die drei übrigen Arten des Aristoteles haben aufser den 8 im Kreise stehenden Füfsen, die bei ihnen kürzer sind als der Leib, noch zwei sogenannte gestielte Füfse (προβοσκίδας) oder Fangarme, die mehr nach innen über den Augen befestigt, nach ihrer gröfsten Länge rundlich und dehnbar, und nur an der Spitze mit Saugnäpfen versehen sind. Der Leib ist innerlich von einem mehr oder weniger festen Gerüst gestützt, und trägt an jeder Seite eine schlaffe Haut, die offenbar Schwimmwerkzeug, Flosse ist. Hieher also:

*) In seiner reichhaltigen Abhandlung über die Blackfische. S. Sammlung von vermischten Abhandlungen zur Aufklärung der Zoologie. Berlin 1784. S. 5.

**) Ich lasse mich hier nicht darauf ein, dafs Aristoteles neben der ἐλεδώνη noch eine andre unter dem Namen βολιταινα (auch ὀσμύλος und ὀζαίνα) erwähnt, denn Schneider hat schon (a. a. O. S. 150) sehr wahrscheinlich gemacht, dafs sie nicht von der ἐλεδώνη verschieden sei. Dagegen mag die indische wohl eine eigne Art sein.

1) Σήπια, deren breiten Leib die Flosse der ganzen Länge nach umgiebt, und auf deren Rücken sich in einer membranösen Kapsel ein eigenthümliches kalkiges Concrement bildet (das bekannte *Os sepiae*). Dies ist die *Sepia* des Plinius und der Römer, *Sepia officinalis* Lin. und der Neuern.

2) Τευθίς, von gestreckterem Leib als die *Sepie*, und nur an dem Ende desselben eine Flosse; statt des Knochens nur eine hornige elastische Platte in der Rückenhaut. — Die *Loligo* des Plinius und der neuern lateinischen Schriftsteller, so wie *Sepia loligo* Lin. werden auf diesen aristotelischen Namen gedeutet. Endlich:

3) Τευθός, von der vorigen Art durch gröfsere Breite des Leib-Endes und gröfsern Umfang der Flossen unterschieden *). Um in dem lateinischen Namen die Verwandtschaft der beiden Thiere nach dem Vorbilde des griechischen zu bezeichnen, übersetzte Gaza Τευθός durch *Lollius*, welches Wort nun hinfort bei den Schriftstellern des sechszehnten und siebzehnten Jahrhunderts häufig gebraucht wird, ohne dafs einer von ihnen durch Befreiung des verfälschten aristotelischen Textes von den Widersprüchen, die hier gerade besonders hinderlich sind, diesen Gebrauch zu rechtfertigen vermocht hätte.

Aber auch wenn dieses Haupthindernifs eines bessern Verständnisses gehoben werden könnte, würde die Untersuchung, welche Linnéische Species Aristoteles bei seinen Beschreibungen vor sich gehabt haben könne, höchst unfruchtbar bleiben. Denn man braucht nur die Abbildungen und Beschreibungen, welche Bellon, Rondelet, Gefsner, und unter den Neuern, Seba, Swammerdam, Needham, Fabricius und Andere, von den Thieren, die sie *Loligo* und *Lollius* nennen, gegeben haben, unter einander zu vergleichen, um sich zu überzeugen, dafs hier gar mancherlei Verschiedenes unter demselben Namen dargestellt worden, und dafs man die Disharmonie dieser Schriftsteller nicht sowohl dem Mangel an Treue und Genauigkeit, als vielmehr der grofsen Manchfaltigkeit dieser Bildungen überhaupt zuzuschreiben habe, von welcher die Systematiker eine beschränk-

*) Ἔτι δὲ τὸ κύκλῳ πτερύγιον περὶ ἄκρω ἐστὶ τὸ κύτος. Τῇ δὲ τευθίδι ἔλαττον. Es scheint mir diese Stelle (Hist. anim. IV. 1.) und die andere (De part. animal. IV. 9) so verstanden werden zu können, dafs von der Breite der Flossen, und der Möglichkeit, dafs die Spitzen derselben sich um den cylindrischen Leib herumschlagend, einander begegnen, die Rede sei, nicht aber von der Länge derselben, und dem Kreis, den ihre Basis um den Leib des Thieres beschreibt, wie es Schneider (S. 30.) genommen zu haben scheint. Dann würde die Meinung, unter τευθός sei Sep. media Lin. zu verstehen, und unter τευθίς die Loligo einige Wahrscheinlichkeit bekommen.

te und wahrhaft unwürdige Vorstellung nur zu lange genährt haben. Auch für diese Behauptung mag das Folgende nebenher den Beweis führen.

Eben der *Lollius* ist es nämlich, bei welchem zuerst von Krallen geredet wird. Petrus Bellonius im zweiten Buch von den Wasserthieren *), nachdem er unter diesem Artikel des Aristoteles Worte in Gaza's Uebersetzung wiederholt hat, setzt dann hinzu: *Praeter illos octonos pedes, duo quoque longa flagella seu promuscides, multis in extremo acetabulis circumsessa, videbis, quibus (Lollius) a longe cancros, ursos, astacos, paguros et omne pisciculorum genus arripit. Porro Lollii acetabula praeter Sepiarum et Polyporum morem, tribus introrsum aculeis osseis robustis in gyrum munita sunt, quibus veluti uncinis arripit, quod cupit, ut non omnino sit tutum, Lollium manu in ipso mari contrectare ac prehendere.*

Man darf wohl nicht zweifeln, dafs Bellon hier nach eigener Anschauung beschreibt, da er mit nicht minderer Bestimmtheit redet, als bei den Gegenständen, von welchen er ausdrücklich sagt, dafs er sie selber gesehen, und da er es überdies meistens anzuzeigen pflegt, wenn ihm etwas durch Hörensagen oder aus bloßen Beschreibungen bekannt geworden. Da nun sowohl er, als Aristoteles, als sehr genaue Beschreiber bewährt sind, letzter aber nirgend solcher Stacheln in den Saugnäpfen erwähnt, obgleich er sie sonst so ausführlich schildert (de Part. IV. 9.) so ist klar, dafs Bellon ein ganz anderes Thier vor sich gehabt als Aristoteles, und zwar ein solches, das nach ihm noch von keinem andern Schriftsteller in seiner ganzen Eigenthümlichkeit beobachtet worden.

Man kann nun aber die obige Stelle nicht wohl anders verstehen, als so, dafs die drei knochigen Stacheln sich innerhalb eines jeden einzelnen Saugers der zwei längern Fangarme (von welchen Bellon eben zuvor gesprochen) befinden sollen, und vielleicht darf man das: *in gyrum munita sunt* so deuten, dafs sie in bogiger Krümmung neben einander stehen, wie die einzelnen Spitzen des Kugelziehers, wenigstens gewifs so, dafs sie im Kreise stehen; dann wäre die ganze Bildung nur der stärkere Grad von dem, was andere spätere Beobachter in der Gestalt kleiner Zähne an dem innern hornigen Reif der Sauger wahrgenommen haben, und was man schon bei mäfsiger Vergröfserung an den Saugern fast aller *Sepien* leicht auffinden kann.

*) De aquatilibus pag. 340.

Swammerdam 1) spricht von diesen Zähnchen zuerst, aber in unbestimmten Ausdrücken, obgleich er sonst den Mechanismus der Sauger sehr klar und vollständig darstellt; deutlicher redet Needham 2) davon, welcher diesen Zähnchen schon die Bestimmung zuschreibt, beim Andrükken des Saugers in die Oberfläche des festzuhaltenden glatten Körpers einzugreifen; nach Lister 3) ist der obere Rand des hornigen Ringes abwechselnd mit hohen, breiten und dann mit kurzen spitzigen Zähnen, die sich nach dem Mittelpunkte richten, besetzt, und Linné 4) hat sie sogar gezählt und 15 gefunden. Keiner von diesen allen erinnert sich dabei der Bellonschen Bemerkung: Jeder hat seine Beobachtung, unabhängig von der des Andern angestellt, Jeder auch wahrscheinlich eine andere Thierart vor sich gehabt, denn Swammerdam untersuchte *Sepien*, Linné einen *Octopus*, Needham und Lister *Loligen*. Die Stelle in Osbecks Reisen 5), auf welche Schneider noch beiläufig hindeutet, ist wohl nur sehr unerheblich; denn Osbeck redet nur von den bei *Sepia Loligo* Lin. sehr auffallenden Einschnitten in den Hautrand der Fühlerspitzen, wenn er sagt, diese wären am äufsersten Ende warzig und gezähnt.

Der Erste, welcher wieder an Dintenfischen Krallen gesehen, ist Otto Fabricius 6). Er glaubt von Linné's *Sepia Loligo* zu reden und beschreibt die Fangarme also: *Cirrhi duo praedictis multo longiores dissimilesque, molliores sine medulla ideoque flexilióres, angustiores, versus apicem parum incrassati, non verrucosi, nisi in parte incrassata, ubi cotyledones plures minuti et duo multo majores (anticus major quam posticus) oblongi, compresso-curvati, aculeo longo curvo armati.* Und weiter unten: *Vescitur medusis et cancris macrouris variis, quos sine dubio cirrhis duobus longioribus utpote magis flexilibus armatisque prehendit.* — Hier ist es also ein einzelner, wahrscheinlich ganz ansehnlicher Haken, der aus der Mitte oder dem Rande jedes der beiden grofsen Sauger hervorragt. Auch diese Angabe ist wieder von Allen, aufser Schneider, übersehen, der da-

1) Biblia Naturae. S. 347 d. dent. Uebers.

2) Nouvelles observations microscopiques Par. 750. Cap. 2. p. 26. Tab. I. F. 3.

3) Conchyliorum bivalvium exercitatio anatomica tertia. Lond. 1696. p. 20. Tab. I. F. 5.

4) Mus. Adolph. Frid. I. p. 94.

5) Reise nach Ostindien und China, deutsche Uebersetzung. S. 86.

6) Fauna groenland. p. 359.

bei die Frage anregt, ob es nicht etwa Eigenthümlichkeit des männlichen Geschlechts sei, da Needham, der einen weiblichen *Kalmar* vor sich hatte, nichts dergleichen daran bemerkte. Doch wendet er gleich selbst ein, dafs Swammerdam bei seiner männlichen *Sepie* auch nichts davon erwähne, und fordert allen Aufschlufs von dereinstigen Beobachtungen.

Man darf aber wohl jetzt schon, durch die häufigern Untersuchungen der gemeinen *Loligo* berechtigt, die Frage als genügend beantwortet ansehn, und behaupten, es finde sich solche Sexualverschiedenheit bei derselben nicht. Es ist übrigens sehr zu beklagen, dafs Fabricius nicht ein wenig ausführlicher in seiner Beschreibung gewesen, denn was er gesehen, steht, wie ich nachher zeigen werde, noch am mehrsten isolirt unter den ähnlichen Erscheinungen da.

In der neusten Nachricht von kralligen *Sepien* steigert sich dies Phänomen nun zu immer auffallenderem Grade. Molina theilt sie mit *). „Aufser dem officinellen Dintenwurme (so heifst es nach einer treuen Uebersetzung) finden sich in dem chilischen Meere drei andere Arten von sonderbarer Gestalt. Die erste ist die *Sepia unguiculata*, die von grofsem Umfange ist, und statt der Saugnäpfchen die Arme mit einer doppelten Reihe von Klauen (*artigli*) oder scharfer Krallen bewaffnet hat, die denen der Katze ähnlich sind und sich auch wie diese, in eine Art von Scheide zurückziehen. Diese Art ist von vortrefflichem Geschmack, aber nicht sehr gemein in diesem Meere.“ Die (wie immer unter dem Texte gegebene) Diagnose heifst: *Sepia corpore ecaudato brachiis unguiculatis* und mit dieser ist die kurze Notiz in die 13te Ausgabe des Linnéischen Systems übergegangen, von wo sie nur wenige Nomenclatoren in ihre Verzeichnisse aufgenommen haben, da sie wahrscheinlich den Meisten zu wunderbar und märchenhaft vorgekommen ist.

Die Diagnose war inzwischen von Wichtigkeit, da man daraus schliefsen mufste, dafs diese Art keine *Loligo* sei, denn es heifst: *corpore ecaudato*, und Molina weifs diese sehr gut zu unterscheiden, indem er gleich hinterher eine Art davon beschreibt. Leider bleibt nun noch Vieles zu fragen übrig, z. B. ob Fangarme vorhanden gewesen, ob nur diese, oder alle Arme die doppelte Reihe der Krallen gehabt, ob dabei eigentliche Sauger ganz gefehlt, oder ob die als eine Scheide der Krallen beschriebene Haut, vielleicht als blofse Verlängerung der Saugerhäute anzusehen gewesen u. s.

*) Saggio sulla storia naturale del Chili p. 199. deutsche Uebersetz. S. 174.

w. Liefs man sich aber auf gar keine Klügeleien ein, und hielt man sich blofs an die Worte Molina's, so mufste man allerdings glauben, er habe einen Achtfüfsler (Aristotelischen Πολύπους, *Octopus*) gesehen, der an allen seinen Armen, überall statt der Saugwarzen nur Krallen gehabt, und sonach wäre diese Erscheinung als der äufserste Grad von Umwandlung der hornigen Ringe der Sauger in knochige Fortsätze zu betrachten gewesen. So hat es auch Denys-Montfort *) angesehen, der aus jenen sieben Zeilen des Molina nicht weniger als 15 Seiten macht, und mit leeren Declamationen und voreiligen Schlüssen die Lücken ausfüllt, die Molina gelassen. Besseres aber lernen wir jetzt aus der neuesten Ausgabe der Naturgeschichte von Chili **), die Molina glücklicher Weise auch hier mit einigen Zusätzen bereichert hat. Der eine derselben erklärt das Wort Arme durch den erläuternden Ausdruck: oder die zwei langen Fühler, und sonach wäre es denn gewifs kein *Octopus*; der andere belehrt uns, dafs Sir Joseph Banks es sei, der dies Thier auf der ersten Cookschen Reise beobachtete.

Vielleicht eben so wesentlich von dem Molinaischen Thier verschieden, als diefs von den vorhin erwähnten, ist dasjenige, welches ich aus eigner Anschauung beschreiben will, und wovon die beigefügte Abbildung nähere Vorstellung giebt. Es gehört offenbar zur Gattung *Loligo*, und ist der *Loligo vulgaris* Cuvier's in allen ihren Verhältnissen, besonders in der Gestalt und Ausdehnung der sogenannten Flosse so ähnlich, dafs ich nur wenige Unterschiede anzugeben brauche, um sie vollkommen kenntlich zu machen, denn eine genauere Auseinandersetzung der verwandten und verwechselten Arten gehört nicht hieher. Es mag genügen, zuerst ihre Dimension anzugeben:

Ihre ganze Länge beträgt 10 Zoll.
Länge vom Munde bis Ende des Leibes 6 Zoll.
Länge der 8 kleinern Füfse von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll.
Länge der beiden Fangarme 3 bis 4 Zoll, ausdehnbar.
Länge des bewaffneten Endtheils derselben $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll.
Länge der vierseitigen Flosse 3 Zoll.
Breite derselben $3\frac{1}{2}$ Zoll.

*) Hist. d. Mollusques. Tom. III. p. 99 — 111.

**) Saggio etc. Seconda edizione in 4to. Bologna 1810. p. 175.

Jene unterscheidende Merkmale liegen nun ganz allein in den langen Fangarmen, da die übrigen Füfse an relativer Länge und sogar in der Zahl der Sauger mit denen des gemeinen *Kalmar* übereinstimmen. (Ich zähle nämlich bei beiden an jedem Fufs 30 Paar gröfsere alternirende und 10 bis 12 Paar kleinere, nach der Spitze hinliegende.) Die Fangarme entspringen zwischen dem vordersten Fufs jeder Seite und dem darauf folgenden zweiten, etwas nach innen schräg über dem Auge (vorn nenne ich die Bauc seite an welcher der Trichter liegt, hinten die Rückenseite, wo sich der Knorpel befindet). Aufserdem dafs sie durch ihre eigne Wurzel mit dem Muskelgefüge des Kopfes fest verbunden sind, gehen sie auch in die Muskularverbindung der übrigen Arme mit ein. Jeder derselben hat nämlich an seiner Basis ein doppeltes muskulöses Band, dessen einer Zweig sich mehr nach unten in die Tiefe verliert, indessen der andere sichtbarer und flacher nach oben gegen die Mundöffnung sich verläuft. An diese selbst aber, oder überhaupt an die Masse des Kopfes ist keiner dieser kürzern Füfse befestigt, sondern alle vereinigen sich unter einander zu einem grofsen Muskelkranz oder Sphincter, der frei um und über der Wulst des Mundes herliegt, und sich an dem todten Thiere mit einer Pincette zu der Gestalt eines Zeltes in die Höhe heben läfst. Das vorderste Paar ist da, wo seine Schenkel sich berühren, mit einem stärkern Frenulum an diesen Muskelkranz befestigt, und jeder derselben schickt gleich daneben noch ein solches Band an den äufsern tiefern Umfang des Kranzes. Zwischen diesen beiden nun entspringt für jeden der Fangarme ein dünnes rundes Band, das ihn nach innen zieht, und nachdem es anfangs frei und nur durch eine zarte durchsichtige Haut mit dem Körper des Fangarmes verbunden, sich an ihm verlaufen, zwischen dem ersten und zweiten Sechstheil seiner Länge sich in seine Substanz verliert.

Der fernere Verlauf des Armes ist dann wie sein Ursprung rund, (nicht wie bei der gemeinen *Loligo* dreiseitig, nach aufsen mit einem Kamm) und nur an der äufsern Seite bemerkt man noch eine schwache abstehende Hautfalte, ein Rudiment jenes Kammes. Selbst in dem todten Thier sind die Fangarme sehr elastisch und dehnbar, und in dem höchsten Grad der Ausdehnung hat ihr runder Stiel etwa die doppelte Länge des vordersten Fufspaares. Dann verwandelt sich gegen die Spitze hin die runde Form in eine breitere, nach innen abgeplattete, und die Haut der

ge-

gewölbteren Rückenseite schlägt sich mit allmählig dünnerem Rand um die platte Unterseite und deren Organe her. Auffallend und gewifs sehr merkwürdig ist eine plötzliche Krümmung nach aufsen, welche beide Arme, in der Gegend wo sie aufhören rund zu sein, annehmen, indefs ihr letztes Glied, eben so sehr von der allgemeinen Richtung des Armes abweichend, sich wieder mit seiner Spitze gegen die des andern Arms einwärts neigt. Aus dieser doppelten Krümmung entstehen drei deutlich zu unterscheidende Regionen des Fangwerkzeuges, die ich gleichnifsweise und um nicht neue Namen für sie erfinden zu müssen, *carpus*, *metacarpus* und Zehen nennen will, und von welchen eine jede auf eine von sie den andern unterscheidende Art bewaffnet ist.

Die erste liegt genau auf der Stelle der Auswärtskrümmung, und besteht in einem Ballen oder einer kreisförmigen Gruppe von sechszehn gleich hohen Wärzchen; vier derselben liegen in einer Reihe nach dem Queerdurchmesser, dann folgen nach jeder Seite noch zwei Reihen von 3 und 2, und endlich eine Warze zum Schlufs. Diese Reihen sind dadurch sehr von einander unterschieden, dafs durchaus abwechselnd, eine aus wirklichen offnen *acetabulis*, die andere aus geschlossenen hemifphärischen Warzen besteht. An dem rechten Fangarme aber ist die mittlere aus 4 Warzen bestehende Reihe offen, an dem linken geschlossen, und so erscheinen an dem einen Arm gerade alle diejenigen in der Form von *acetabulis*, welche an dem andern die Knopfform haben, und an beiden sind 8 offne und 8 geschlofsne, wie die vergröfserten Figuren C und D auf der Abbildung zeigen.

Die zweite Region (der *Metacarpus* gleichsam) hat die doppelte Länge der ersten, und ist mit einer zweifachen Reihe von (nachher näher zu beschreibenden) Nägeln oder Krallen besetzt. Die nach aufsen liegende Reihe enthält die gröfsern, die nach innen die kleinern; der erstern sind 5, und diese nehmen von unten nach oben allmählig an Gröfse zu, so dafs die letzte oder gröfste ohngefähr eine Länge von zwei Linien erreicht, die innere Reihe aber besteht aus 6 Krallen, von denen nur die drei ersten den gegenüberstehenden äufsern an Gröfse gleichkommen, die letzten drei nehmen aber wieder in eben dem Verhältnisse an Gröfse ab, wie die äufsern zunehmen, sie stehen ihnen auch nicht gerade gegenüber, sondern mehr alternirend, und legen sich, da sie gleiche Richtung mit den grofsen haben,

so vor deren Wurzeln, dafs sie wie eine zweite Kralle derselben erscheinen.

Dann folgt ein mäfsiger Zwischenraum, gleichsam eine nackte Kehle für die neue Biegung nach innen, welche der Fangarm hier annimmt, und mit dieser beginnt die letzte Region, welche die dreifache Länge der ersten hat, und an welcher die eigentlichen und gröfsten Krallen sich befinden. Sie stehen wieder in zwei parallelen Reihen, einer äufsern und einer innern, von welchen abermals jene die gröfsern Krallen enthält. Unter diesen ist die zweite die stärkste und längste von allen, sie mifst vier Linien, und von ihr bis zur Spitze nehmen die übrigen allmählig an Volum ab, so dafs die sechste und letzte wieder von der Gröfse der allerersten am Handwurzelgelenk ist. Auch der innern sind 6, die eben so mit den äufsern alterniren, wie die vorhin erwähnten, und wenn sie in Wirkung treten, zunächst die Wurzeln derselben bedecken und bewaffnen. Sogar noch das äufserste Ende des die Wurzeln der Nägel von oben deckenden lappigen Hautrandes, ist an der innern Seite mit einer Menge harter, spitziger Erhabenheiten bedeckt, die es geschickt machen, beim Ergreifen einer Beute, noch mit zu wirken. Durch das Vergröfserungsglas erscheinen auch diese kleinen Spitzen rückwärts gekrümmt, und in regelmäfsigen Reihen sitzend.

Die Gestalt der Krallen selbst ist sehr gleichmäfsig. Sie stellen langstreckige, von den Seiten etwas zusammen gedrückte, fast gerade, oder nur in ihrer Rückenkante unmerklich gebogene Körper dar, die sich an der Spitze in einem kurzen Bogen umkrümmen, und einen förmlichen scharfen Haken bilden. Ihre Substanz ist durchaus hornig, elastisch und die Spitze robust, und nicht abzuknicken. Die Farbe des Körpers ist schwarzbraun, die äufsersten Spitzen sind schmutzigweifs. Jede Kralle ist bis auf die Krümmung vor der Spitze in eine dünne aber sehr zähe Haut gewickelt, die sich nur an ihrem Ende etwas ablöset, sonst aber nicht verschieben läfst. Es fehlt daher viel, dafs man sie mit den Scheidenhäuten der Katzenkrallen vergleichen könnte.

Unläugbar sind diese Krallen, trotz der grofsen Unähnlichkeit, nur die umgestalteten *acetabula*, deren Plätze sie einnehmen, und es geht dies besonders aus zwei Betrachtungen hervor. Erstlich nämlich sind sie an ihrem Befestigungspunkt gestielt wie jene, und lassen sich auf diesem Stiel in dem Kreise, dessen Radius sie bilden, sowohl rechts als links ohne viele

Mühe bis zur entgegen gesetzten Richtung umdrehen. Zweitens sind sie an ihrer Basis auf ähnliche Weise durchbohrt, wie die gezähnten Hornringe der Sauger, und das Lumen ist nur statt kreisrund zu sein, lancettförmig. Daraus folgt also, dafs jede Kralle von ihrer vordern Seite betrachtet, das Ansehn hat, als entspringe sie aus zwei Schenkeln, die erst nach der Spitze hin zu einem festen Körper verwachsen. Diese Theilung ist aber nur scheinbar, denn wenn man genau untersucht, findet man, dafs jene vermeinten Schenkel in ihrer tiefsten Basis unter einander zu einem festen Bogen verwachsen sind. Von Zähnchen innerhalb jener lancettförmigen Vertiefung habe ich selbst bei ziemlich starker Vergröfserung nichts bestimmtes gewahr werden können. Eben so wenig ist es mir geglückt, Muskeln oder Flechsen, die man als unbezweifelbare Flexoren und Extensoren betrachten könnte, wahrzunehmen. Die im Ganzen wenig fibröse innere Masse des Fangarms verdichtet sich unter und hinter jeder Kralle nur zu einer derbern rundlichen Portion, die an ihrem äufsersten Ende das Stielchen der Kralle abgiebt, sich auch sogar durch die Haut der Rückenseite als ein flechsiger Streif erkennen läfst, aber ohne Zweifel nur die einseitige Wirkung des Anspannens der Kralle oder der Flexion hat, indessen die antagonistische Funktion wahrscheinlich von der oben erwähnten, die ganze Kralle umgebenden, zähen Membran geübt wird. Zum Schutz der Krallen in der ruhenden Lage dient der flache und breite Hautrand der Aussenseite, unter den sie sich, dicht nach vorn aneinanderlegt, gänzlich zurückziehen können.

Ist es erlaubt, der hier beschriebenen und (wie gezeigt worden) auch Aelteren nicht ganz unbekannten Bildung eine Deutung zu geben, so möchte es die sein, dafs diese kralligen *Cephalopoden* sich von weicheren oder rauheren Thieren nähren müssen, als die bekannteren, deren Arme mit blofsen Saugern bewaffnet sind. Denn von diesen letztern bezeugen alle Schriftsteller, dafs sie sich von Krebsen, Muscheln und Fischen nähren, auf deren harter oder glatter Haut harte und feine Fanginstrumente unwirksam abgleiten müssen. Daher sich denn die gewöhnlichen *Sepien* auch immer nur auf felsigen Meeresküsten zeigen, und die sandigen Strecken fliehen, auf welchen sie mit ihren Saugern nie festen Fufs gewinnen können. Ganz anders mufs es mit unsern *Cephalopoden* sich verhalten, die auch auf weichem Meeresboden ihre Anker auszuwerfen vermögen, und einer Beute nachstellen dürfen, die ihren nächsten Verwandten nothwendig

entgehen mufs. Es ist wohl kaum einem Zweifel unterworfen, dafs damit auch Abweichungen des innern Baues parallel gehen werden, die ich, die Grenzen eines fremden Gebiets achtend, den Anatomen weiter zu verfolgen überlasse. Wenn aber die Frage aufgeworfen wird, ob die Arme selbst als wahre Fangwerkzeuge, oder vielmehr als Mittel zum ersten Anklammern, und als Anker zu betrachten sein sollen, so möchte ich lieber das letztere annehmen, da die Stellung dieser Arme nach der Bauchseite hin, und die Lage ihrer Waffen an der Unterseite es mir etwas unwahrscheinlich machen, dafs sie dem Munde unmittelbar etwas zuführen können, man müfste denn annehmen wollen, sie seien nicht blofs einer ansehnlichen Contraction sondern auch einer spiralförmigen Bewegung und halben Drehung nach innen fähig, wodurch die vordere Seite des Endtheils die hintere werden könne, worüber aber doch nur Beobachtungen des lebenden Thieres in seiner Freiheit zu entscheiden vermögen. Wohl aber mögen sie was sie ergreifen, oder wogegen sie den Leib hinangezogen, den kleinern Saugarmen überliefern, die es dann fester umspinnen und an die Kiefer bringen, indessen sie selbst im Boden sich einwühlen und den Leib fixiren.

Aus dem, was ich hier vorzutragen gehabt, ergiebt sich als Hauptresultat, dafs ein allmähliger Uebergang von der Bildung der Sauger zu der der Stacheln und Krallen statt findet. Die einfache Beobachtung der vorkömmlichsten Formen von *Cephalopoden* läfst die Sauger nur nach Art der Schröpfköpfe wirken, Swammerdam erkennt an dem innern Hornringe derselben schon Zähnchen, Needham eine bestimmte Richtung derselben nach innen, die unabhängig ist von der Richtung des Knorpelrandes beim Andrücken, Lister unterscheidet abwechselnde grofse und kleine Zähne, Bellon kennt eine Art die in jedem Sauger drei scharfe vorstehende Zähne hat, die es gefährlich machen, ein solches Thier in seinem Element mit blofser Hand anzugreifen, Fabricius findet eine andere Art, die an jedem Fangarme zwei mächtige Haken zwischen mehrern kleinen Saugern trägt, Molina endlich sieht an denselben nur Krallen ohne Sauger, und dafs er sich nicht geirrt, beweiset das vor uns liegende Beispiel, das der Hauptgegenstand dieser kleinen Abhandlung gewesen, von dem sich aber nicht gewifs behaupten läfst, dafs es mit dem Molinaischen zu einer und derselben Art gehöre.

Diese allmählige Abstufung scheint es einigermafsen mifslich zu machen, alle diese Formen unter dem Begriff einer neu aufzustellenden Gat-

tung aufzufassen, und ohne den erläuternden Zusatz in Molina's neuer Ausgabe, aus welchem man mit Sicherheit schliefsen kann, seine *Sepia unguiculata* gehöre nicht zu der Abtheilung *Octopus*, wäre meines Bedünkens die Errichtung einer solchen neuen Gattung wahrhaft widersinnig und vorschnell zu nennen. Denn eine organische Erscheinung, und wäre sie noch so merkwürdig, die nicht nothwendig an eine bestimmte Form gebunden ist, sondern wie zufällig an Thieren aus vielerlei Gattungen sich vorfindet, darf nicht zum Gattungscharakter erhoben werden, sonst dürften wir die Blindmaus, die *Chrysochloris*, die Wasserspitzmaus dreist dem Maulwurf zugesellen, weil sie mit ihm in der merkwürdigen Mangelhaftigkeit des Gesichtssinnes übereinstimmen. Durch jenen Zusatz aber, wie durch das Hinweglassen der Diagnose (was als halbe Zurücknahme angesehen werden könnte) ist man nun berechtigt, auch das Molinaische Thier für eine *Loligo* zu halten, und so wäre denn kein Fall bekannt, in welchem sich die Krallenbildung zu einer andern *Cephalopoden*form gesellte, als zu der, der *Loligen*. Mithin erscheint nun diese Form als die nothwendige Grundbedingung für die Möglichkeit dieser merkwürdigen Abweichung, man kann sogleich die *Loligen* in solche abtheilen, welche nur Sauger, und in andere, welche auch Krallen haben, und in diesem Fall ist denn allerdings auch eine generische Spaltung zulässig, ja vielleicht rathsam.

Als Namen für diese Gattung schlage ich den von der ursprünglichen Benennung der *Loligo* abgeleiteten: *Onychoteuthis* vor.

Die Stellung des Gattungscharakters und die weitere systematische Auseinandersetzung der Arten scheint nur im Zusammenhang und im Gegensatz mit den übrigen Gattungen und Arten einigen Werth haben zu können, und deshalb einer eignen umfassenden Bearbeitung vorbehalten bleiben zu müssen. Nur das will ich noch bemerken, dafs ich die einzelnen Arten unserer neuen Gattung nach ihren Entdeckern benennen zu müssen glaube, also:

1) *Onychoteuthis Bellonii.*
2) — *Fabricii*
3) — *Molinae.*

Auch unsere neue Art trägt den Namen ihres Entdeckers, des der Wissenschaft zu früh entrissenen Bergius, der zwei Individuen dieser Art (wahrscheinlich Männchen und Weibchen) auf seiner Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung im hohen Meere unter 33° 24′ S. B. und 6°

30′ O. L. von Greenwich bekam, und aus dessen Nachlafs dem zoologischen Museum unsrer Universität nachmals diese Exemplare zugekommen sind.

Sein Reisejournal enthält darüber Folgendes: „Früh am Morgen des 10ten Mai (1815) erhielt ich von Herrn G. eine *Sepia*, die in der Nacht auf das Verdeck gekommen war, in einer Höhe von wenigstens 14 Fufs, was bei den unvollkommnen Bewegungswerkzeugen, wodurch sie sich aus dem Wasser zu solcher Höhe emporschnellen, unbegreiflich scheint. Bald nachher erhielt ich noch ein anderes Exemplar, das einer der Schiffsjungen auf einem der Masthalter (?) gefunden hatte. — Im Spiritus, worin ich sie setzte, erhartete ihre gallertartige Substanz um etwas, augenblicklich, und dehnte sich zu gleicher Zeit aus. Die schwarze Flüssigkeit, die sie enthalten, wusch ich zuvor aus.“

Diese Beobachtung bestätigt also aufs Neue das von Varro zuerst angenommene Vermögen dieser Thiere, sich aus dem Meere zu erheben und gleichsam zu fliegen, wenn sie von Raubfischen verfolgt werden, welche Thatsache auch Plinius, Oppian, Aelian, Plutarch, Isidorus und Albertus Magnus anführen, von welcher aber unter den Neuern meines Wissens Niemand als Osbeck aus eigener Beobachtung berichtet *). Dafs sie gesellig zusammenhalten, wird daraus ebenfalls wahrscheinlich, nur ist es befremdend, dafs sie so fern von den Küsten, und in einer Gegend, wo das Meer eine unergründliche Tiefe hat, angetroffen wurden.

*) S. Schneider a. a. O. S. 34.

## Nachtrag im Februar 1820.

Einige Monate später, als diese Abhandlung vorgelesen worden, ist mir der dritte Band von Herrn Dr. W. E. Leach Zoological Miscellany, London 1817, zu Gesicht gekommen, in welchem derselbe eine Uebersicht der Gattungen der *Cephalopoden* giebt, und, indem er zugleich die neu entdeckten Arten derselben nennt, auch dreier *Sepien* mit Krallen erwähnt. Er stellt diese in die Gattung *Loligo*, und beschreibt das Molinaische Thier als neue Species unter dem Namen *Loligo* Banksii, ohne weder jenen Schriftsteller, noch selbst die Gmelinsche Ausgabe des Linné dabei zu citiren, was er doch bei den bekannteren Arten *S. officinalis* und *Sepiola* nicht unterläfst. Noch weniger scheinen ihm die Angaben von solchen *Sepien* mit Krallen aus älterer Zeit bekannt, denn es wird zwar auf Rondelet, aber nicht auf Bellon und Fabricius Bezug genommen, und nirgends einiger früheren Kunde von solchen Thieren erwähnt. Die beiden andern Arten, welche Herr Leach unter den Namen *L. Smythii* und *L. leptura* beschreibt, haben nun vollends nicht blofs die Fangarme, sondern auch alle übrigen Fühler mit Haken besetzt, stellen also gleichsam das äufserste Extrem dieser Bildung dar, und rechtfertigen es um so mehr, wenn man die *Krallen-Sepien* als besondre Gattung aufstellt, was Herr Leach gewifs auch gethan haben würde, wenn ihm bekannt gewesen wäre, dafs es aufser den ihm bekannten Arten noch wenigstens zwei andre giebt, die dazu gehören.

Ich habe bei meinem Aufenthalt in London, eben durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. Leach, welcher dem brittischen Museum als Direktor vorsteht, diese neuen Arten gesehn, und bin durch die Vergleichung des von Herrn Banks mitgebrachten Molinaischen Exemplars mit dem unsrigen zu der Ueberzeuguug gelangt, dafs sie nicht von einander verschieden sind. Sie mufs nun wohl nothwendig den Beinamen von ihrem ersten Entdecker Molina behalten, und sowohl der von Leach ihr zugedachte, als der, welchen ich ihr geben wollte, werden wegfallen müssen. Gern

würde ich ihr den ältesten Namen, *unguiculata*, lassen, wenn er nicht allen Arten dieser Gattung zukäme, also völlig unbezeichnend wäre.

Die Abbildung stellt diese Art in der Gröfse unsers Exemplars dar, und bedarf keiner weitern Erklärung. Das Exemplar, dessen einzelne Theile sich als Präparate in der Hunterschen Sammlung (Royal College of Surgeons) zu London befinden, mufs wenigstens die sechsfache Länge des unsrigen gehabt haben.

# Betrachtung der Dimensionsverhältnisse in den Hauptkörpern des sphäroëdrischen Systemes und ihren Gegenkörpern, in Vergleich mit den harmonischen Verhältnissen der Töne.

Von Herrn C. S. Weiss *).

Der Hauptkörper des sphäroëdrischen Systemes, und zuförderst derjenigen Abtheilung desselben, welcher ich wegen des vollzählichen Vorhandenseyns der gleichartigen Flächen und des gemeinschaftlichen Mitwirkens ihrer aller bei der Bildung der ihr zugehörigen Körper den Namen des homosphäroëdrischen gegeben habe, im Gegensatz des hemisphäroëdrischen, bei welchem nur die Hälfte der vorigen zur Begrenzung der zu bildenden Körper concurrirt **), — der Hauptkörper in jener ersteren, herrschendsten Abtheilung des sphäroëdrischen Systemes, sage ich, sind vier ***): der Würfel, das Octaëder, das Granatoëder und der Leucitkörper.

Es entwickelt sich an diesen Körpern eine Reihe von Verhältnissen

*) Vorgelesen den 22. October 1818.

**) Vergl. die Abh. d. phys. Kl. d. Akad. a. d. J. 1814 u. 1815. S. 304. 305.

***) Den Leucitkörper nämlich zu den a. a. O. S. 291. als Hauptkörper des Systemes aufgeführten drei ersten mit hinzugefügt.

in ihren Dimensionen, welche wohl einmal der besondern Betrachtung würdig zu seyn scheint, und um so mehr als die ganze Reihe aus dem einfachst denkbaren Verhältnifs, nämlich daraus hervorgeht, dafs drei unter sich senkrechte und gleiche Dimensionen gegeben sind; denn hierauf ruht das ganze sphäroëdrische System. Wenn wir hier den Gang verfolgen, wie aus der gegebenen Gleichheit dreier Dimensionen im Raume durch Auftreten neuer Mittelglieder und abgeleiteter Gröfsen neue Verhältnisse (unterschiedener Gröfsen) sich entspinnen, welche wiederum andere in sich einschliefsen, die erst durch das Selbstständigwerden von noch abgeleiteteren Gliedern in die Wirklichkeit treten, und auch nachdem sie wirklich und selbstständig geworden sind, in jenen enthalten bleiben, wie diese selbst in der ursprünglichen Einheit und Gleichheit aller Dimensionen; wenn wir hierbei zurückdenken an die Entwickelung der harmonischen Verhältnisse in einem schwingenden Körper und in der Musik, so werden wir manche überraschende Aehnlichkeit zwischen der Entwickelung der harmonischen Verhältnisse in diesen Krystallformen und den musikalischen gewahr werden. Dies zu erläutern, sey der Gegenstand gegenwärtigen Aufsatzes.

Die innern Dimensionen eines Körpers führen uns jederzeit auf ein Verhältnifs von wenigstens je dreierlei. Nehmen wir statt der Ganzen ihre Hälften, d. i. die Linien aus dem Mittelpunkt des Körpers nach gewissen Stellen der Peripherie, so haben wir als Grenzpunkte jederzeit: 1) die kleinste Dimension, die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die (demselben nächste) Fläche des Körpers; 2) die gröfste Dimension, die Linie aus dem Mittelpunkt nach der (von demselben entferntesten) Ecke desselben; und 3) eine oder mehrere mittlere Dimensionen gegeben, je nachdem der Körper einer- oder mehrerlei Flächen, Kanten oder Ecken hat. Hat er nur einerlei in jeder Art, so ist die gegebene mittlere Dimension die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Kante des Körpers; sind der Kanten, Flächen, Ecken mehrerlei, so treten eben so viel neue, von den vorigen unterschiedene Gröfsen in der Gestalt auf.

Unsre Hauptkörper des sphäroëdrischen Systems haben jeder blofs Flächen einer Art; daher nur der Unterschied der Kanten oder Ecken eine Mehrheit der mittleren Dimensionen bei ihnen giebt.

Im Würfel *) ist das Verhältnifs der kleinsten Dimension zur gröfsten das von $1 : \sqrt{3}$; die mittlere bekommt dann im Verhältnifs zu jenen beiden Gröfsen den Werth von $\sqrt{2}$; alle drei geben also das Schema:

kleinste Dim. d. W. : mittl. Dim. : gröfste Dim.

$$1 \quad : \quad \sqrt{2} \quad : \quad \sqrt{3}$$

Im Octaëder **), dem Gegenstück oder Gegenkörper des Würfels, ist das Verhältnifs der kleinsten Dimension zur gröfsten das vorige $1 : \sqrt{3}$; der correspondirende Werth der mittleren aber wird hier $\sqrt{\frac{3}{2}}$; das Verhältnifs aller drei wird demnach:

kleinste : mittlere : gröfste

$$1 \quad : \quad \sqrt{\tfrac{3}{2}} \quad : \quad \sqrt{3} =$$

$$\sqrt{\tfrac{1}{3}} \quad : \quad \sqrt{\tfrac{1}{2}} \quad : \quad 1$$

$$\sqrt{2} : \sqrt{3} \qquad 1 : \sqrt{2}$$

$$1 : \sqrt{3}$$

Auch in diesem Falle also werden in dem Verhältnifs der Extreme $1 : \sqrt{3}$ durch das Auftreten des Mittelgliedes die nämlichen Verhältnisse $1 : \sqrt{2}$, und $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ als abgeleitetere entwickelt, wie beim Würfel, aber in umgekehrter Stellung als bei diesem; dasjenige vorangehend, was bei diesem folgt, oder die Beziehung des mittleren Gliedes auf das kleinste, wie dort auf das gröfste und umgekehrt.

Im Granatoëder ***) wird das erste der beiden obigen abgeleiteten, nämlich das Verhältnifs $1 : \sqrt{2}$ zum Verhältnifs der kleinsten Dimen-

*) Wenn in Fig. 4. der beigefügten Kupfertafel *a* die Mitte der Würfelfläche dhkg, *b* die Mitte der Würfelkante dq, und *c* der Mittelpunkt des Würfels selbst ist, so verhalten sich $ca : cb : cd = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$.

**) Wenn in Fig. 1. a, e, o, Ecken des Octaëders, *d* die Mitte der Octaëderflache aeo, *b* die Mitte der Octaëderkante ao, und *c* der Mittelpunkt des Octaëders ist, so verhalten sich $ca : cb : cd = 1 : \sqrt{\frac{1}{2}} : \sqrt{\frac{1}{3}}$.

***) Es sey in Fig. 2. *b* die Mitte der Granatoëderflache adog, *d* die stumpfe Ecke des Granatoëders, *a* die scharfe, *c* der Mittelpunkt des Körpers, und cf senkrecht auf da, so ist, wenn $ca = 1$, $cb = \sqrt{\frac{1}{2}}$, $cd = \sqrt{\frac{1}{4}}$, $cf = \sqrt{\frac{1}{3}}$.

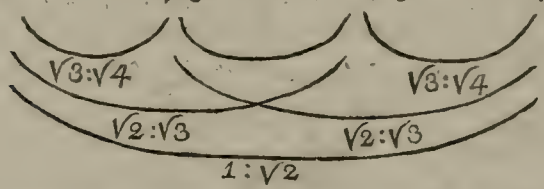
sion zur gröfsten, oder zum Verhältnifs der beiden Extreme, welches wir künftig der Kürze wegen das Grundverhältnifs nennen wollen.

Im Granatoëder treten zwei mittlere Glieder zwischen beiden Extremen auf; die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Kante, und ausserdem die Linie aus dem Mittelpunkt in die stumpfere Ecke des Körpers; denn das Granatoëder hat zweierlei Ecken.

Lassen wir der gröfsten und kleinsten Dimension die Ausdrücke $\sqrt{2}$ und 1, so werden die correspondirenden für die zwei neuen $\sqrt{\frac{4}{3}}$ und $\sqrt{\frac{3}{2}}$; und das Schema für sie zusammen dieses:

kleinste Dim. : kleinere mittl. : gröfsere mittl. : gröfste

$$\begin{array}{cccccc} 1 & : & \sqrt{\frac{4}{3}} & : & \sqrt{\frac{3}{2}} & : & \sqrt{2} \\ \sqrt{\frac{1}{2}} & : & \sqrt{\frac{2}{3}} & : & \sqrt{\frac{3}{4}} & : & 1 \\ \sqrt{6} & : & \sqrt{8} & : & \sqrt{9} & : & \sqrt{12}\ ^{*}) \end{array}$$




Oder im Granatoëder werden in dem Verhältnifs der Extreme $1 : \sqrt{2}$ durch die beiden mittleren Glieder die eingeschlossenen Verhältnisse $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ und $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ zweimal entwickelt, in derselben umgekehrten Stellung der letzteren gegen einander, wie die analogen vorhin im Würfel und Octaëder, die aber dort in diesen zwei Körpern getrennt lagen, hier in demselben Körper vereinigt liegen. Das erste und dritte Glied im Granatoëderschema sind gleich dem zweiten und dritten im Schema des Würfels; das erste und letzte aber in jenem gleich dem zweiten und dritten des Octaëders. So stammt, wie man sieht, die Einordnung des Verhältnisses $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ in das $1 : \sqrt{2}$, welche beide in den Würfel- und Octaëderschemen aufser einander (in dem Grundverhältnifs $1 : \sqrt{3}$ eingeschlossen) liegen, aus der Eintragung des ersteren aus dem des Würfels in das letztere des Octaëders (durch Beziehung beider Verhältnisse auf ein und dasselbe Grundglied). Folge dieser Einordnung wird die Bildung des Verhältnisses $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ zwischen dem dritten und vierten Gliede des Schema's. — Das zweite Glied ist das im Granatoëder neu auftretende; es wiederholt die Einordnung der Verhältnisse $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ und $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ in das $1 :$

*) Die Zahlen 6, 8, 9, 12 entsprechen in der Musik dem Verhältnifs der Töne c, f, g, $\bar{c}$.

$\sqrt{2}$; aber mit umgekehrter Lage beider gegen die vorige. Das Verhältnifs beider mittlerer Glieder unter einander wird dadurch das von $\sqrt{8} : \sqrt{9}$; und beide Verhältnisse $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ von jedem der Endglieder gegen eines der Mittelglieder finden sich durch das Hinzutreten des andern Mittelgliedes zerlegt in die Verhältnisse $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ und $\sqrt{8} : \sqrt{9}$.

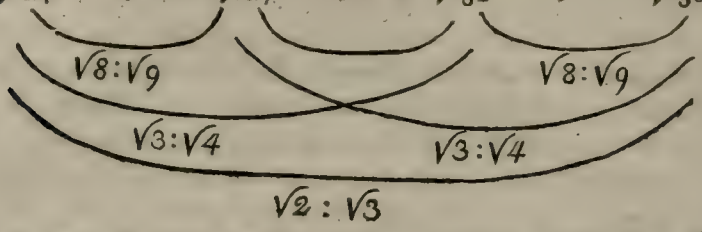
Der Leucitkörper endlich (Fig. 3.) hat (bei einerlei Flächen) dreierlei Ecken und zweierlei Kanten, folglich überhaupt nächst seiner kleinsten und gröfsten Dimension vier mittlere in obigem Betracht, und die Gröfse dieser sämmtlichen Dimensionen in folgender Reihe steigend: 1) die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Fläche (d. i. *cf*, Fig 3.); 2) die senkrecht auf die stumpfe Kante (d. i. *cn*); 3) die nach der stumpfen Ecke (d. i. *cd*); 4) die senkrecht auf die schärfere Kante (d. i. *cm*); 5) die nach der mittleren Ecke (d. i. *cb*); endlich 6) die nach der scharfen Ecke (d. i. *ca*).

Das Verhältnifs der Extreme in dieser Reihe ist das Verhältnifs $\sqrt{2} : \sqrt{3}$, d. i. das zweite abgeleitete von denen, welche im Würfel sowohl, als im Octaëder sich aus dem $1 : \sqrt{3}$ entspannen; und welches im Granatoëder zweimal durch dessen mittlere Dimensionen in das Verhältnifs $1 : \sqrt{2}$ wieder eingetragen wurde.

Nehmen wir fürs erste unter den vier mittleren Dimensionen des Leucitkörpers blofs auf die zwei Rücksicht, welche den Linien aus dem Mittelpunkt in die stumpfe und in die mittlere Ecke des Körpers entsprechen, so erhalten wir durch deren Zusammenstellung mit den Endgliedern *), dem Schema des Granatoëders sehr analog, folgendes Schema dieser vier Dimensionen:

*) Wenn in Fig. 3. $ca = 1$, so ist $cf = \sqrt{\frac{3}{3}}$, $cd = \sqrt{\frac{3}{4}}$, und $cb = \sqrt{\frac{3}{8}}$.

| Linie a. d. Mittelp. senkrecht a. d. Fläche. | : | Linie a. d. M. i. d. stumpfe Ecke. | : | Linie a. d. M. i. d. mittlere Ecke. | : | Linie a. d. M. i. d. scharfe Ecke. | = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\sqrt{\frac{2}{3}}$ | : | $\sqrt{\frac{3}{4}}$ | : | $\sqrt{\frac{8}{9}}$ | : | 1 | = |
| $\sqrt{2}$ | : | $\sqrt{\frac{9}{4}}$ | : | $\sqrt{\frac{8}{3}}$ | : | $\sqrt{3}$ | = |
| $\sqrt{24}$ | : | $\sqrt{27}$ | : | $\sqrt{32}$ | : | $\sqrt{36}$ *) | |




Auch das Grundverhältnifs $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ wird hier zweimal in die Verhältnisse $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ und $\sqrt{8} : \sqrt{9}$ zerlegt, das einemal durch die nämlichen Glieder, welche schon im Granatoëderschema vorhanden waren; denn die drei letzten Glieder im Granatoëderschema coincidiren mit dem ersten, zweiten und letzten Gliede in unserm jetzigen Schema; das zweitemal durch das neue Mittelglied, das dritte in dem gegenwärtigen Schema, abermals mit umgekehrter Lage der zwei eingeschlossenen Verhältnisse. Auch hier wiederholt blofs das neue Glied schon gegebene Verhältnisse in Bezug auf andere Glieder als die, welche früher in dem nämlichen Verhältnifs sich befanden, und ordnet diese nämlichen Verhältnisse, gleichsam auch ein Gegenstück bildend gegen die schon vorhandenen, in umgekehrter Ordnung ein in das nächst höhere (gröfsere) Verhältnifs, in welchem sie schon entwickelt worden waren. Durch das Auftreten beider Mittelglieder zerlegt sich ein jedes der Verhältnisse $\sqrt{3} : \sqrt{4}$, in welchem jedes einzelne von ihnen mit einem der Endglieder steht, in die Verhältnisse $\sqrt{8} : \sqrt{9}$ und $\sqrt{27} : 32$, wiederum mit umgekehrter Lage bei dem einen und bei dem andern. Das Verhältnifs beider mittlerer Glieder unter sich findet sich zu $\sqrt{27} : \sqrt{32} = 3\sqrt{3} : 4\sqrt{2}$; es ist Folge der Einordnung des Verhältnisses $\sqrt{8} : \sqrt{9}$ in das $\sqrt{3} : \sqrt{4}$, welche beide Verhältnisse im Granatoëderschema noch aufser und neben einander lagen.

Fügen wir aber zu jenen vier Gliedern noch dasjenige hinzu, welches der Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die schärfere Kante (d. i. *cm*, Fig. 3.) entspricht, und lassen also einstweilen blofs das klein-

*) Die nämlichen ganzen Zahlen, 24, 27, 32, 36, entsprechen in unserer Tonleiter dem Verhältnifs der Töne c, d, f, g.

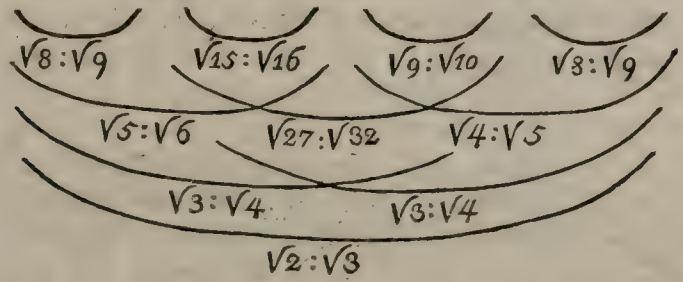
ste unter den vier mittleren Gliedern, d. i. die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die stumpfe Kante des Körpers, noch aus der Acht, so wird das zuletzt aufgenommene Glied unter den fünf jetzt verglichenen das mittelste *), und es werden für diese 5 Dimensionen die Verhältnisse folgende:

kleinste Dim. : kleine mittlere : mittelste : grofse mittlere : gröfste Dim.

$\sqrt{\frac{2}{3}} : \sqrt{\frac{3}{4}} : \sqrt{\frac{4}{5}} : \sqrt{\frac{8}{9}} : 1 =$

$\sqrt{\ } : \sqrt{\frac{9}{4}} : \sqrt{\frac{12}{5}} : \sqrt{\frac{8}{3}} : \sqrt{3} =$

$\sqrt{120} : \sqrt{135} : \sqrt{144} : \sqrt{160} : \sqrt{180}$ **)




Aufser dem, was das vorige Schema schon zeigte, findet sich durch das Auftreten des mittelsten Gliedes zuförderst eine neue Zerlegung des Verhältnisses $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ in die zwei eingeschlossenen $\sqrt{4} : \sqrt{5}$ und $\sqrt{5} : \sqrt{6}$, aber in umgekehrter Ordnung; durch die Beziehung des mittelsten Gliedes aber auf die beiden vorher schon vorhandenen mittleren Glieder kommen zum Vorschein die neuen Verhältnisse $\sqrt{9} : \sqrt{10}$ und $\sqrt{15} : \sqrt{16}$, wie oben sichtlich.

Vergleicht man nun die Entwickelung aller dieser Verhältnisse der räumlichen Dimensionen unsrer Krystallgestalten mit der der harmonischen Verhältnisse der Töne in der Musik, so ist die Analogie auffallend grofs; nur findet man die nämlichen Verhältnisse bei unsern räumlichen Dimensionen in Quadratwurzelgröfsen ausgedrückt, welche bei den einfachsten harmonischen Verhältnissen der Töne in ganzen Zahlen relativer Schwingungen angenommen worden.

Dann gleichen die Verhältnisse der gröfsten und kleinsten Dimen-

*) Wenn, wie vorhin, in Fig. 3. ca = 1, so ist cm = $\sqrt{\frac{4}{5}}$.

**) Man vergleiche die Verhältnisse der Schwingungszahlen, welche in unsrer Tonleiter im Moll der Reihe der Tone c, d, es, f, g, entsprechen; es sind die nämlichen Zahlen: 120, 135, 144, 160, 180.

sionen im Würfel und Octaëder der Quinte über der Octave; der Würfel nähme zu ihnen als mittleres Glied gleichsam die obere Octave des Grundtons, das Octaëder die untere Octave des obern Tones, d. i. die Quinte des Grundtones.

Im Granatoëder wäre die Differenz oder Spannung der gröfsten und kleinsten Dimension analog zu setzen der Octave in der Musik. Die Einführung der beiden mittleren Dimensionen in diesem Körper wäre nichts anderes, als die doppelte Einschaltung der Quarte und der Quinte in die Octave, von welchen die eine das Verhältnifs der Quinte voranstellt, nämlich in die Beziehung des mittleren Gliedes zu dem unteren kleineren, und somit das der Quart folgen läfst, nämlich in die Beziehung des mittleren Gliedes auf das obere gröfsere legt; umgekehrt das zweite mittlere Glied so auftritt, dafs es das Verhältnifs der Quart in der Octave voranstellt, und das der Quinte zum folgenden macht; durch beide mittlere Glieder bildet sich unter ihnen selbst das Verhältnifs der Secunde, und durch ihre gemeinschaftliche Beziehung auf eines der Endglieder eine Zerlegung beider Quintenverhältnisse in das der Quarte und Secunde, einmal diese, das andermal jene voranstehend.

Im Leucitkörper, soweit wir ihn hier betrachtet haben, finden wir als Grundverhältnifs das der Quinte; wir finden es hier, als ein und dasselbe zweimal zerlegt, wie vorhin, in das der Quarte und Secunde, einmal so dafs das Quartverhältnifs das voranstehende, und das Secundenverhältnifs das folgende wird, das andremal umgekehrt (erstes Leucitschema). Wir finden aufserdem durch das Auftreten der mittelsten Dimension und ihre Beziehung auf die Endglieder das Analoge von dem wieder, was für unsere Musik ohne Zweifel das characteristischeste ist, nämlich von der Zerlegung der Quinte in die grofse und kleine Terz; hier aber nach der Analogie des Moll-, nicht des Dur-Accords. Nämlich die kleine Terz geht voran, die grofse folgt; d. i. das neue Glied stellt sich in das Verhältnifs der kleinen Terz zum untern, in das der grofsen zu dem obern der beiden Endglieder; vergl. das letzte Schema.

Der wesentliche Unterschied des Dur- und Moll-Accords aber besteht meines Erachtens in nichts anderm, als eben in der doppelten Zerlegungsweise der Quinte in die grofse und kleine Terz, so dafs beim Duraccord die grofse Terz vorangeht, und die kleine folgt, im Mollaccord die klei-

kleinere vorangeht, und die gröfsere nachfolgt. Diese doppelte Zerlegungsweise selbst ist aber nichts anderes, als was schon in der Octave durch die doppelte Einschaltung der Quarte und der Quinte, in der Quinte selbst durch die doppelte Einschaltungsweise der Quarte und Secunde, und nach unserm Schema der Würfel- und Octaëder-Dimensionen schon durch die zwiefache Aufnahme der Octave selbst in das Grundverhältnifs der Quinte über der Octave geschah.

Das Verhältnifs, welches der grofsen und der kleinen Terz entspricht, zeigt unser obiges zweites Schema für den Leucitkörper zerlegt, das der grofsen Terz in die Verhältnisse $\sqrt{9} : \sqrt{10}$ und $\sqrt{8} : \sqrt{9}$, jenes einer kleineren Secunde, dieses der eigentlichen Secunde entsprechend, wie dasselbe schon im Granatoëderschema und dem folgenden gegeben war; das der kleineren Terz aber in das der (eigentlichen) Secunde, so wie sie früher schon vorhanden ist, und in das dem halben Ton entsprechende, $\sqrt{15} : \sqrt{16}$. Die kleinere Secunde und der halbe Ton sind es, die mit dem Verhältnifs der Terzen zugleich eingeführt werden. Das Verhältnifs der kleinen Terz im alten diatonischen System der Griechen 27 : 32 ist in unsern beiden Leucitschemen (auf das der Quadratwurzeln reducirt) als in der doppelten und umgekehrten Einschaltung der Quarte und Secunde in die Quinte gegründet, gleichfalls vorhanden *).

Es wird dem aufmerksamen Betrachter nicht entgehn, wie die weiteren Zerlegungen der Verhältnisse, so wie sie in jedem späteren Schema zum Vorschein kommen, in den früheren bereits begründet sind. Nur erwähne ich noch zu diesem Behuf, dafs die drei letzten Glieder im Granatoëderschema (d. i. die kleinere mittlere, die gröfsere mittlere und die gröfste Dimension) identisch sind mit dem ersten, zweiten und letzten Gliede im Leucitschema (d. i. der kleinsten, der kleinen mittleren und der gröfsten Dimension in letzterem) **); so wie das erste und letzte Glied im

*) Es ist noch bemerkenswerth, dafs das Verhältnifs $\sqrt{27} : \sqrt{32}$ beim Leucitkörper zugleich das Verhältnifs der Längendiagonale zur Queerdiagonale in dem Trapezoïd seiner Flachen ist; vergl. a. a. O. S. 293.; es sind aber nicht allein beide Verhaltnisse gleich, sondern die correspondirenden Glieder sind es unter sich selbst; es ist nämlich am Leucitkörper die Längendiagonale seiner Flächen gleich der Linie aus dem Mittelpunkt in die stumpfe Ecke; und die Queerdiagonale ist gleich der Linie aus dem Mittelpunkt in die mittlere Ecke des Körpers; d. i. ad = dc, pb = bc (Fig. 3.).

**) In Fig. 3. sind die Linien cd, cf, ca unverändert dieselben, wie in Fig. 2. Eben so in Fig. 2. die Linien cb, ca unverändert die nämlichen, wie in Fig. 1.; und cb, cd (Fig. 2) die nämlichen, wie in Fig. 4.

Schema des Granatoëders identisch ist mit den zwei letzteren im Octaëder, das erste und dritte aber im Granatoëderschema identisch mit dem zweiten und dritten im Schema des Würfels.

Aber ich habe im obigen Leucitschema ausdrücklich eine der mittleren Dimensionen noch ausgelassen, nämlich die Linie aus dem Mittelpunkte des Körpers senkrecht auf seine stumpfere Kante (d. i. *cn*, Fig. 3.). Wird auch diese Linie in das Schema mit aufgenommen, so wird das neue Glied in der Ordnung das zweite *), und das Schema für den Leucitkörper selbst wird folgendes:

erste Dim. : zweite : dritte : vierte : fünfte : sechste Dim.

$$\sqrt{\tfrac{2}{3}} : \sqrt{\tfrac{8}{11}} : \sqrt{\tfrac{3}{4}} : \sqrt{\tfrac{4}{5}} : \sqrt{\tfrac{8}{9}} : 1 =$$
$$\sqrt{2} : \sqrt{\tfrac{24}{11}} : \sqrt{\tfrac{9}{4}} : \sqrt{\tfrac{12}{5}} : \sqrt{\tfrac{8}{3}} : \sqrt{3}$$

$\sqrt{11}:\sqrt{12}$ $\sqrt{32}:\sqrt{33}$ $\sqrt{15}:\sqrt{16}$ $\sqrt{9}:\sqrt{10}$ $\sqrt{8}:\sqrt{9}$

$\sqrt{8}:\sqrt{9}$ $\sqrt{10}:\sqrt{11}$ $\sqrt{27}:\sqrt{32}$ $\sqrt{4}:\sqrt{5}$

$\sqrt{5}:\sqrt{6}$ $\sqrt{9}:\sqrt{11}$ $\sqrt{3}:\sqrt{4}$

$\sqrt{3}:\sqrt{4}$ $\sqrt{8}:\sqrt{11}$

$\sqrt{2}:\sqrt{3}$

Man sieht leicht, dafs die neu eintretenden Verhältnisse durch die Gröfse $\sqrt{11}$ bezeichnet werden, welche zu einem der Glieder derselben wird, auf die musikalischen Verhältnisse aber keine weitere Beziehung zu haben scheint.

In demselben Sinne, in welchem der Würfel der Gegenkörper des Octaëders, und umgekehrt genannt werden kann, (die Ecke des einen verwandelt sich in die Fläche des andern, und umgekehrt) — in dem nämlichen Sinn ist der Mittelkrystall zwischen Würfel und Octaëder oder das Kubo-Octaëder (Fig 5.) der Gegenkörper des Granatoëders.

Merkwürdig ist: er hat mit dem Granatoëder gleiche Verhältnisse der Dimensionen gemein. Denn wenn bei ihm die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Würfelfläche bptx (Fig. 5.), d. i. die Linie *ca* = 1 gesetzt wird, so ist

*) Wenn, wie vorher, in Fig. 3. ca = 1, so ist cn = $\sqrt{\frac{8}{11}}$.

die Linie a. d. Mittelp. senkr. a. d. Octaëderfläche, d. i. $cd = V\frac{4}{3}$; ferner d. L. a. d. M. senkrecht a. d. Kante des Körpers, d. i. $cf = V\frac{3}{2}$; und die Linie a. d. M. in die Ecke des Körpers gezogen, d. i. $cb = V2$. Also das Verhältnifs seiner Dimensionen dieses:

kleinste D. : kleinere mittlere : gröfsere mittlere : gröfste D. =

$$1 : V\frac{4}{3} : V\frac{3}{2} : V2$$

wie S. 230.; obwohl die Lage der gröfsten und kleinsten, und der beiden mittleren Dimensionen unter einander vergleichungsweise gegen das Granatoëder hier vertauscht ist *).

Der Gegenkörper des Leucitkörpers ist ein Mittelkrystall zwischen Würfel, Octaëder und Granatoëder (ein Kubo-Octo-Granatoëder), und zwar derjenige, der aus dem Kubo-Octaëder (Fig. 5.) entsteht, wenn dessen Ecken, alle gleichförmig, gerad abgestumpft werden, bis die Abstumpfungsflächen einander berühren**) (s. Fig. 6.). In diesem Körper haben wiederum die Dimensionsverhältnisse eine durchgängige Analogie mit denen des Leucitkörpers. Schränken wir uns erst auf die 4 ein, welche den zuerst betrachteten 4 am Leucitkörper entsprechen, d. i. auf die aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die dreierlei Flächen ***) und in

*) Vergleicht man Fig. 2. und Fig. 5, so war in Fig. 2. *ca* die gröfste, *cb* die kleinste Dimension, in Fig. 5. umgekehrt; in Fig. 2. war *cd* die gröfsere mittlere Dimension, *cf* die kleinere; in Fig. 5. ist es umgekehrt. Die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Linien aber in allen den beigefügten Figuren, haben gleiche Richtung im spharoëdrischen System.

**) Aehnlicher Körper, immer mit den gemeinsamen allgemeinen Eigenschaften, der 3erlei Flächen, die den Würfel-, Octaëder- und Granatoëderflächen entsprechen, jene immer Quadrate, die zweiten immer gleichseitige Dreiecke, die dritten Oblonge, u. s. f. kann es, wenn man die Gröfsenverhältnisse dieser dreierlei Flachen unter sich, und somit ihre Entfernungen vom Mittelpunkt des Körpers variiren lafst, eine unbestimmte Menge geben; ein jeder bestimmter wird einem bestimmten Leucitoïd als dessen Gegenkörper entsprechen, wie der unsrige hier dem Leucitoëder selbst. Aus letzterem erhält man ihn, wenn man sich die Ecken des Leucitkörpers (Fig 3.) so abgestumpft denkt, dafs jede Abstumpfungsflache einer Ecke am Leucitkörper, die je vier oder je drei der abgestumpften Ecke benachbarten Ecken so eben berühren würde.

***) Wie der Leucitkörper 3erlei Ecken, 6 schärfere, 8 stumpfere und 12 mittlere, und einerlei Flachen, so hat umgekehrt sein Gegenkörper 3erlei Flächen, 6 (gröfsere) den Würfelflächen, 8 (kleinere) den Octaëderflachen, und 12 (mittlere) den Granatoëderflächen correspondirende, und dagegen einerlei Ecken. Kanten haben beide Körper, jeder zweierlei, der einen $4 \times 6 = 24$, der anderen $3 \times 8 = 24$. die Richtungen derer des einen aber rechtwinklich gegen die analogen seines Gegenkörpers.

die Ecke des Körpers gezogenen, so ist, — die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Würfelfläche *flrs* (Fig. 6.) d. i. $ca = 1$ gesetzt, — die Linie senkrecht auf die Granatoëderfläche sfzy, d. i. $cb = \sqrt{\frac{9}{8}}$, die Linie senkrecht auf die Octaëderfläche fqz, d. i. $cd = \sqrt{\frac{4}{3}}$ und die Linie aus dem Mittelp. in d. Ecke d. Körpers, d. i. $cf = \sqrt{\frac{3}{2}}$.

Diese 4 Gröfsen unter sich geben also das Verhältnifs:

erste : zweite : dritte : vierte =

$$1 : \sqrt{\tfrac{9}{8}} : \sqrt{\tfrac{4}{3}} : \sqrt{\tfrac{3}{2}} =$$

$$\sqrt{2} : \sqrt{\tfrac{9}{4}} : \sqrt{\tfrac{8}{3}} : \sqrt{3}$$

wie S. 232; obschon auch hier wiederum die Lage der Endglieder, wie der beiden mittleren zwischen Leucitkörper und seinem Gegenkörper vertauscht ist *).

Nehmen wir zu diesen 4 Dimensionen als fünfte hinzu *cm* (Fig. 6.) d. i. die senkrecht auf der Kante zwischen Würfel- und Granatoëderfläche**), so ist diese Dimension der Gröfse nach die mittelste zwischen den nunmehrigen 5; ihr Werth, bei der vorigen Einheit, $= \sqrt{\frac{3}{4}}$, und wir erhalten für das Verhältnifs ihrer aller, wieder nach ihren relativen Gröfsen geordnet, das Schema:

*) Vergleicht man wieder Fig. 3. und Fig. 6., so war in Fig. 3. *cf* die kleinste, *ca* die gröfste Dimension; in Fig. 6. *ca* die kleinste, *cf* die gröfste; in Fig. 3. war unter den Dimensionen *cd* und *cb*, *cd* die kleinere, *cb* die gröfsere; in Fig. 6. ist *cb* die kleinere, und *cd* die gröfsere.

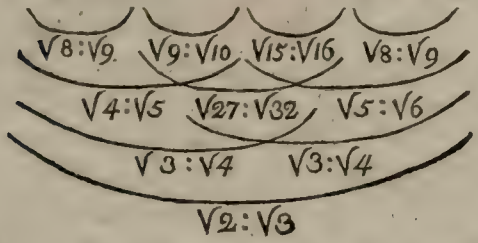
**) Die Linien *cm* und *cn* (Fig. 6.) aus dem Mittelpunkt des Kubo-Octo-Granatoëders senkrecht auf die zweierlei Kanten desselben gezogen, befinden sich in der That genau in den nämlichen Richtungen, wie die mit den nämlichen Buchstaben bezeichneten am Leucitkörper (Fig. 3).

erste : zweite : dritte : vierte : fünfte

$1 : \sqrt{\frac{9}{5}} : \sqrt{\frac{5}{4}} : \sqrt{\frac{4}{3}} : \sqrt{\frac{3}{2}} =$

$\sqrt{2} : \sqrt{\frac{9}{4}} : \sqrt{\frac{5}{2}} : \sqrt{\frac{8}{3}} : \sqrt{3} =$

$\sqrt{24} : \sqrt{27} : \sqrt{30} : \sqrt{32} : \sqrt{36}$ *)

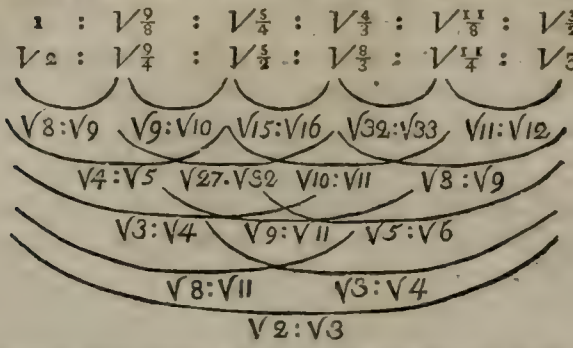



In diesem Schema finden sich also genau dieselben Verhältnisse wieder, wie in dem entsprechenden des Leucitkörpers (S. 233), jedoch in umgekehrter Folge, und zwar dadurch, dafs das mittlere Glied, der Analogie des Duraccords gemäfs, das (Quinten-) Verhältnifs der Endglieder in die beiden Verhältnisse $\sqrt{4} : \sqrt{5}$ und $\sqrt{5} : \sqrt{6}$ so zerlegt, dafs das der grofsen Terz entsprechende Verhältnifs vorangeht, und das der kleineren folgt, statt dafs bei dem entsprechenden Schema des Leucitkörpers das mittlere Glied, nach der Analogie des Mollacoords, so eingeschaltet war, dafs die kleinere Terz voranging, und die gröfsere folgte.

Wir nehmen endlich als sechstes Glied noch die Dimension *cn* (Fig. 6.) mit hinzu, d. i. die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Kante zwischen Octaëder- und Granatoëderfläche, so wird ihr Werth, (noch immer, wie oben, *ca* = 1 gesetzt,) $cn = \sqrt{\frac{11}{8}}$, und sie wird in der Ordnung der relativen Gröfsen, von der kleinsten zur gröfsten, die fünfte. So nach den relativen Gröfsen geordnet, erhalten wir nunmehr für unser Kubo-Octo-Granatoëder folgendes gröfsere Schema seiner Dimensionsverhältnisse:

*) Hier hat man genau die Reihe der Zahlen, welche in der Skale des Dur der Folge der Töne c, d, e, f, g entsprechen; deren relative Schwingungszahlen sind nämlich: 24, 27, 30, 32, 36.

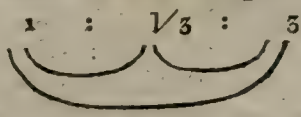
erste : zweite : dritte : vierte : fünfte : sechste Dim.




mithin alle die nämlichen Verhältnisse entwickelt aus dem Grundverhältnifs $\sqrt{2} : \sqrt{3}$, wie beim Leucitschema selbst (S. 236); aber mit vollständiger Umkehrung in der Folge derselben, und dies bewirkt durch die Aufnahme von lauter neuen Gliedern mit umgekehrtem Werthe, wie $\sqrt{\frac{5}{4}}$ und $\sqrt{\frac{11}{8}}$, statt der $\sqrt{\frac{4}{3}}$ und $\sqrt{\frac{8}{11}}$ des Leucitschema, die Dimension in *ca* immer als Einheit genommen. So durchgängig in allen Verhältnissen sich umkehrend verhalten sich Körper und Gegenkörper.

Fügt man zu der Betrachtung unsrer Hauptkörper des sphäroëdrischen Systems und ihrer Gegenkörper noch die des regulären Tetraëders hinzu, eines Körpers, welcher dem hemisphäroëdrischen Systeme angehört, so werden als die dreierlei Dimensionen dieses Körpers zu nehmen seyn: die Linie aus dem Mittelpunkte des Körpers senkrecht auf die Fläche, dann die senkrecht auf die Kante, endlich die aus dem Mittelpunkt in die Ecke des Körpers gezogen *). Diese drei Dimensionslinien verhalten sich:

kleinste : mittlere : gröfste




Also zu den Endgliedern, dem gröfsten und dem kleinsten, wird das mittlere genau die mittlere Proportionalzahl, und die Verhältnisse,

*) Wenn in Fig. 7. c der Mittelpunkt des Tetraëders dkh'g', d' der Mittelpunkt der Fläche kg'h', und somit die Linie dcd' eine durch den Mittelpunkt gehende Linie aus der Ecke des Tetraëders senkrecht auf die gegenüber liegende Fläche gezogen ist, und ca = 1 gesetzt wird, so ist $cd' = \sqrt{\frac{1}{3}}$ und $cd = \sqrt{3}$.

welche es mit beiden Endgliedern einzeln bildet, werden identisch. Aber bemerkenswerth ist, dafs dieses zweimal hier sich als das untergeordnete oder eingeschlossene bildende Verhältnifs $1 : \sqrt{3}$ zum Grundverhältnifs oder dem der gröfsten und kleinsten Dimension beim Würfel und Octaëder wird, aus welchem dann alle folgende sich weiter entwickeln. Und in sofern hat das Schema des Tetraëders zu den übrigen eine nicht uninteressante Beziehung. Wollten wir aber dem Verhältnifs der Endglieder in diesem Schema wieder eine den musikalischen Intervallen analoge Bedeutung geben, so würde das Verhältnifs $1 : 3$ als $= 1 : \sqrt{9}$ zu denken seyn, und das Verhältnifs der kleinsten und gröfsten Dimension im Tetraëder dem der Secunde über der dritten Octave in der Musik entsprechen. — Der Gegenkörper des Tetraëders ist übrigens — das Tetraëder selbst *).

*) Fig. 7 und 8. stellen die zwei Tetraëder, beide in ihrer Lage entsprechend der Fig. 1. und 4. dar, deren eines Fig. 7. durch das Wachsen der Octaëderflachen aoi, aeu, eoa′, uia′ (Fig. 1.) und das Verschwinden der übrigen entstehen, oder dessen Kanten den Diagonalen des Würfels dk, kh′ h′g′, g′d, dh′, kg′ (Fig. 4.) entsprechen würde, während das andere, Fig. 8. das ist, welches aus dem Octaëder (Fig. 1.) durch das Wachsen der Flachen aeo, aiu, oia′, eua′ und das Verschwinden der andern entstehen würde, und dessen Kanten den Würfeldiagonalen hg, gd′ u. s. f. (Fig. 4.) entsprechen. Das eine ist das Gegen-Tetraëder des andern. —

Ueber

# die Theorie des Epidotsystemes.

Von Herrn C. S. Weiss *).

Es giebt wenige krystallinische Systeme, deren Theorie so schwierig erscheint, als das des Epidotes oder Pistazites **). Aehnelnd im allgemeinen vielen andern Systemen, deren Symmetrie und Gesetz leicht aufzufinden ist, wie etwa Strahlstein u. a. m., so dafs es mit diesen früherhin völlig verwechselt wurde, hat doch die genauere Beobachtung wesentliche Unterschiede von diesen in ihm aufgefunden, welche es von der Symmetrie der andern auffallend entfernen, und welche im Vergleich mit diesen, anfänglich nur den Eindruck von sonderbaren Anomalien machen konnten; und sie sind wahr, diese Unterschiede; sie sind constant, sie sind charakteristisch für die Gattung. Wir verdanken ihre Kenntnifs den fleifsigen Messun-

*) Vorgelesen am 29. April 1819.

**) Ich ziehe hier den Haüy'schen Namen dieser Gattung vor, theils weil der Begriff der Gattung allerdings in der gröfseren Ausdehnung zu nehmen ist, so wie er der Haüyschen Epidotgattung entspricht, und wie ihm der Wernersche Gattungsname Pistazit, welcher die Gattung in engeren Grenzen nimmt, nicht schicklich gegeben werden kann, theils weil unläugbar es Haüy's Verdienst ist, von der Eigenthümlichkeit dieser Gattung zuerst eine genügende und treffende Vorstellung gegeben zu haben. Was dem Gebrauch des Namens Epidot am meisten im Wege stehen könnte, nämlich die Aehnlichkeit im Klange mit Peridot, und die daraus entspringende leichte Namensverwechselung von beiden ist in der deutschen Mineralogie am wenigsten zu fürchten, so lange der Name Peridot, was deshalb zu wünschen ist, für die Chrysolithgattung in der deutschen Mineralogie nicht gebräuchlich wird.

sungen Haüy's, wodurch sie als ein sicheres Factum festgestellt wurden; abgesehen von den kleineren im Werthe der angegebenen Winkel etwa noch anzubringenden Correctionen, welche, wie eine nähere Betrachtung bald lehrt, auf welche wir auch noch im Verfolg dieser Abhandlung zurückkommen, hier unvermeidlich seyn werden, da freilich die Haüy'schen Annahmen der Grundwerthe in diesem Fall von einer Beschaffenheit sind, welche das Gepräge einer nur ohngefähren Annäherung offenbar an sich tragen.

So höchst verdienstlich aber auch die Haüy'sche Beschreibung des Epidotes, als einer wohl charakterisirten, eigenthümlichen Gattung war, so genügt sie doch, als Darstellung eines Systems, gewifs keinem Krystallforscher; die Abbildungen der verwickelteren Abänderungen des Systemes im Haüy'schen Werke verrathen auffallend, wie sehr im Dunkel bei ihrer Entwerfung die Uebersicht des Ganzen noch war; auch diejenige Symmetrie, welche im Epidotsystem auf eine ihm ganz eigenthümliche Weise sich wiederfindet, ist in jenen Abbildungen ganz unkenntlich geworden; und ich kann mich mit Zuversicht auf das Zeugnifs eines jeden berufen, welcher seitdem mit Eifer sich mit dem Studium dieser Gattung irgend beschäftigt hat: dafs auch nach der Haüy'schen Bearbeitung der Gegenstand zwar in einer entschiedenen Eigenthümlichkeit, und gegen die übrigen bekannten Beispiele abstechenden Unregelmäfsigkeit, aber noch immer sehr unklar und fast unfafslich erschien.

Den strengeren Zusammenhang seiner Glieder unter sich, und die Entwickelung der einen aus den andern habe ich schon in einer früheren Abhandlung nachgewiesen *); ich darf mich auf diese Arbeit mit dem Bewufstseyn beziehen, dafs sie den Zusammenhang der verschiedenen Glieder des Epidotsystemes unter sich deutlicher gemacht hat, als es geschehen war, und so deutlich, als ich es damals irgend vermochte. Allein das, was ich zu jener Zeit als das Gegebene in einem System überhaupt, und so in diesem ansah, ohne dafs ich es weiter zu analysiren wufste, dieses selbst kann mir jetzt keineswegs mehr für ein Gegebenes gelten, bei welchem die Untersuchung aufhöre oder anfange; sondern wie ich damals das System auffafste, und gerade in dieser seiner wunderlichen Gestalt auffassen

*) S. den Artikel über den Epidot im dritten Bande der deutschen Uebersetzung des Haüy-schen Lehrbuches.

mufste, um der Natur so treu zu bleiben als ich vermochte, war die als etwas Gegebenes angenommene Grundlage des Epidotsystemes nichts anders als ein Räthsel; dies Räthsel mufste gelöst werden; und es ist nunmehr, glaube ich, gelöst.

Einen wesentlichen Schritt weiter glaube ich zu seiner Lösung gethan zu haben, als ich in Folge meiner nachherigen Betrachtungen und Vergleichungen sämmtlicher bekannter Krystallisationssysteme das des Epidotes für ein gewendetes zwei- und eingliedriges, d. i. für ein ein- und zweigliedriges erklärte *); wodurch schon ausgesprochen war: das Räthselhafte des Epidotsystems komme in die Analogie der weit verständlicheren, in ihrer Symmetrie schon gekannteren, wie das des Augites, der Hornblende, des Feldspathes u. s. f. sind, dadurch, dafs man Zuschärfungsflächen des Endes, wie namentlich *n* beim Epidot (vergl. Haüy's Werk, Taf. LVI. Fig. 157. 158.) sich als Seitenflächen einer symmetrischen geschobenen Säule, und dagegen die gewöhnlich als Seitenflächen der Säule beim Epidot genommenen Flächen *M*, *T*, u. s. f. sich als verschiedene schief angesetzte Endflächen der symmetrischen Säule *n* denke, d. i. als Flächen einer vertikalen Zone, wie es z. B. beim Feldspath die Flächen *P*, *q*, *x*, *y*, sind; dafs also durch Wendung (der Zuschärfungsflächen zu Seitenflächen, der horizontalen Zone zur vertikalen,) dieses sonderbare System in die Analogie der zwei- und eingliedrigen oder Augitartigen zurückgehe.

Allein bei dieser allgemeinen Andeutung konnte ich mich nicht beruhigen; die Gesetze mufsten strenger nachgewiesen werden. Und hatte ich angekündiget, dafs das Grundgesetz jener ganzen grofsen Abtheilung, zu welcher ich auch das Epidotsystem rechnete, auf drei unter einander rechtwinklichen Dimensionen und ihrem Verhältnifs unter einander beruhe, so war die Aufforderung billig von vorzüglichem Belang, die Anwendbarkeit dieser Theorie gerade auf einen von den Fällen nachzuweisen, die in sich am schwierigsten und unbegreiflichsten, und dem Anschein nach am fernsten von einem so einfachen Gesetz schienen, was sie doch eben so, wie die andern minder schwierigen, wirklich umfafst.

Die Haüy'schen Flächen *n* also als Seitenflächen einer symmetrischen geschobenen 4seitigen Säule, dem Feldspath- oder Augitsystem analog, ge-

*) Vergl. meine Abh. in den Schriften der physik. Klasse d. Kön. Akad. d. Wiss. für die Jahre 1814 u. 1815, S. 309 — 321 und die angehängte Tabelle.

nommen, deren Diagonalen sich verhalten, die gröfsere zur kleineren, wie $a : b$, so wird die Fläche $r$ zur geraden Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkante, auf welche die schief laufenden Endflächen, $M$, $T$ u. s. f. gerad aufgesetzt sind, so wie die Fläche $P$ zur geraden Abstumpfungsfläche der stumpfen Seitenkante; und in die Richtung der Axe der Säule fällt die dritte unsrer unter sich rechtwinklichen Grunddimensionen, während die beiden ersten, $a$ und $b$, in die Diagonalen der Säule fielen. Es werden sonach die Ausdrücke der genannten Flächen zufolge der im vorigen Band der Schriften d. Akad. von mir entwickelten allgemeinen Bezeichnungsmethode diese:

$$n = \overline{|a : b : \infty c|}$$

$$r = \overline{|a : \infty b : \infty c|}$$

$$P = \overline{|b : \infty a : \infty c|}$$

Welchen allgemein krystallonomischen Werth haben nun die Haüy'schen Flächen $M$ und $T$? und welchen hat also die Fläche $d$? Um diese beiden Fragen, die gegenseitig von einander abhängig sind, so dafs die Beantwortung der einen die der andern involvirt, drehet sich vorzugsweise die strengere Theorie des ganzen übrigen Systemes.

Die gegenseitige Abhängigkeit beider Fragen unter sich beruht auf dem doppelten Parallelismus der Linien, welche die Fläche $d$ mit dem einen $n$ und $M$, und welche sie mit $T$ und dem andern $n$ bildet; sie ist daher, wie die Fig. 1. darstellt, ein (schiefwinkliches) Parallelogramm, wenn sie $M$, $T$ und zwei benachbarte Flächen $n$, zugleich schneidet; oder sie würde an unsrer Säule $n$ eine gerade Abstumpfung der scharfen Endkante seyn, sey es, dafs $M$, oder auch dafs $T$ die schief angesetzte Endfläche dieser Säule bildete; mit andern Worten: die Fläche $n$ fällt gemeinschaftlich in zwei Zonen, die eine von der Fläche $M$ nach dem einen $n$, die andere von der Fläche $T$ nach dem andern $n$ gehend, übers Kreuz; die Axen beider Zonen gehen parallel den Kanten, welche die Flächen $M$ und $T$ mit den Seitenflächen der Säule $n$ bilden; ich nenne daher beide Zonen kurz die Kantenzonen von $M$ und von $T$.

Die Wichtigkeit der Fläche $d$ nächst den Flächen $M$ und $T$ geht besonders noch aus den wesentlichen Beziehungen hervor, welche sie auf die Bildung der folgenden Glieder des Systemes hat; eben so die Wichtig-

keit beider Zonen, in welche sie gemeinschaftlich gehört, aus der weiteren Bildung anderer Flächen in den nämlichen Zonen; und es war ein besonderer Mangel in den Haüy'schen Abbildungen des Epidotes, dafs diese wichtigen Verhältnisse der Fläche *d* zu den übrigen Krystallisationsflächen in ihnen völlig unkenntlich gemacht wurden; H. Haüy selbst hat, seit ich in Paris im Jahr 1807, meiner früheren Abhandlung über diesen Gegenstand gemäfs, Modelle von den Epidotkrystallen hatte verfertigen lassen, den erwähnten Mangel seiner ersten Modelle und Zeichnungen in den später gearbeiteten Modellen verbessern lassen.

Die Flächen *M* und *T* haben, wie schon von selbst einleuchtet, ganz verschiedenen krystallonomischen Werth; ihre Neigungen gegen *r*, oder die Abstumpfungsfläche der scharfen (nach vorn zu kehrenden) Seitenkante der Säule *n* sind verschieden; Haüy giebt die Neigung von *M* gegen *r* zu 116° 40′ *), die von *T* gegen *r* zu 128° 45′ **) an; die Complemente dieser Winkel sind die Neigungen der Flächen *M* und *T* gegen die Axe der Säule *n*, d. i. gegen unsre dritte Dimension *c*.

Wenn nun *M* und *T* schief angesetzte Endflächen, unter sich verschiedenen Werthes, die eine der vorderen, die andre der hinteren Seite des Endes, in einem (gewendet) zwei- und eingliedrigen Systeme sind, so müssen diese beiden Neigungen gegen die Axe *c* unter sich in einem einfachen und rationalen trigonometrischen Verhältnisse stehen, d. i. wenn wir beiden Neigungen gleiche Sinus geben, so müssen ihre Cosinusse in dem Verhältnifs einfacher Zahlen zu einander sich ergeben, und umgekehrt. Das ist ein auf die Lehre von dem Vorhandenseyn dreier unter sich rechtwinklicher Dimensionen als Grundlage solcher Systeme sich stützendes festes Gesetz. Aber

cotang. 63° 21′ 28″ = 0,5016848, und cotang. 51° 16′ = 0, 8021067

Hieraus ist klar, dafs nach den Haüy'schen Annahmen sich bei gleichen Sinus die Cosinus beider Neigungen sehr nahe verhalten würden, wie 5 : 8.

Wollten wir uns dieses Verhältnifs einen Augenblick als das wirkliche denken, so würde uns dies auf die Vermuthung leiten müssen, dafs es in diesem Systeme eine schief angesetzte Endfläche gebe, welche bei gleichem Sinus mit den Flächen *M* und *T* den einfachen Cosinus für

*) Nach H.'s Annahmen schärfer gerechnet: 116° 38′ 32″.

**) schärfer gerechnet: 128° 44′ 0″, 4.

ihre Neigung gegen die Axe hätte, von welchem der Cosinus für $M$ der fünffache, der für $T$ der achtfache wäre; und wir würden das Verhältnifs unsrer Dimensionen $a$ und $c$ nach der Neigung jener supponirten Fläche gegen die Axe der Säule bestimmen, so dafs das Verhältnifs vom Sinus zum Cosinus dieser Neigung das unsrer Dimensionen $a : c$ wäre. Und dann könnten wir sagen: $M$ sey die Fläche mit fünffachem Cosinus aus der vertikalen Zone, d. i. $= \overline{|a : 5c : \infty b|}$, und $T$ die mit achtfachem von der entgegengesetzten Seite des Endes, d. i. $\overline{|a' : 8c : \infty b|}$, oder auch umgekehrt, jene $= \overline{|a' : 5c : \infty b|}$, diese $= \overline{|a : 8c : \infty b|}$, je nachdem die supponirte Fläche in der Wirklichkeit auf der Seite von $M$, oder auf der von $T$ liegen würde.

Es ist aber nicht wahrscheinlich, dafs dem wirklich so ist, wie die fernere Durchführung einer so gefafsten Ansicht des Systemes, und die Analogie derer lehrt, deren Gesetze wir strenger kennen, wie das des Feldspathes, des Augites, der Hornblende ist. Es würde sich in den bekannteren Beispielen keine Spur eines solchen weiteren Entwickelungsganges des Systemes finden, und wir würden für alle folgenden Glieder nur zu sehr verwickelten und an sich wenig glaublichen krystallonomischen Werthen geführt werden.

Dagegen gewinnt alles den möglichst einfachsten Charakter, und tritt sogar in die überraschendste Harmonie mit dem Entwickelungsgange des Feldspathsystemes selbst, wenn wir ein anderes dem Verhältnifs 5 : 8 zunächst liegendes in einfachen Zahlen ausdrückbares Verhältnifs ihm substituiren, nämlich das Verhältnifs 3 : 5; denn dann wird nicht allein höchst überraschend die Fläche $M$ zur analogen von $y$ beim Feldspath, und $T$ zur analogen einer, wenn auch beim Feldspath nicht bekannten, doch beim Augit schon beobachteten, überhaupt im Entwickelungsgange eines zwei- und-eingliedrigen Systemes vorzugsweise nah begründeten, sondern die Fläche $d$ wird sogar streng analog einer beim Feldspath sehr wohl bekannten, die auch bei der Hornblende, und so ohne Zweifel öfter, wieder vorkommt, nämlich unsrer Diagonalfläche des Feldspathes *) d.i. $\overline{|4a : b : 4c|}$ $= n$ der Haüy'schen Feldspath-Abbildungen, so wie $= c$ der Haüy'schen

*) S. d. Abh. der physik. Klasse d. Kön. Akad. d. Wiss. für d. J. 1816 u. 17. S. 256. u. f.

Abbildungen von den Hornblend-Krystallen *). Ich trage daher kein Bedenken, sofern die weiteren Messungen mit dieser Ansicht der Sache vereinbar sind, sie für im höchsten Grade wahrscheinlich, ja für die wahre selbst zu halten.

Diesemnach haben wir uns als die schief angesetzte Endfläche des Systemes mit dem einfachsten Verhältnifs der Neigung gegen die Axe, sin : cos. $=a:c$, eine Fläche zu denken, in deren Diagonalzone die Fläche $d$ fallen würde, d. i. eine Fläche zwischen $M$ und $T$ so, dafs die beiden Flächen $d$ unter sich parallele Kanten auf ihr bilden würden. Diese supponirte Fläche $|a:c:\infty b|$ als die analoge von $P$ beim Feldspath läge folglich auf gleicher Seite wie $T$, und dieses würde daher schicklich die vordere Seite des Endes zu nennen seyn; $M$ würde nunmehr die Fläche mit dreifachem Cosinus in der vertikalen Zone, und zwar der hinteren Seite; ihr Zeichen würde $|a':3c:\infty b|$, und T würde die Fläche mit fünffachem Cosinus in der vertikalen Zone, und zwar der vorderen Seite des Endes; ihr Zeichen würde $|a:5c:\infty b|$.

Wir erinnern uns vom Feldspath her der Zone, welche von der Seitenfläche der Säule $|a:b:\infty c|$ über die Fläche $|a':3c:\infty b|$, über die Rhomboidfläche $|2a':b:2c|$ nach der Diagonalfläche $|4a:b:4c|$ ging, und durch welche uns die Lage der Fläche $|a':3c:\infty b|$, so wie die Diagonalfläche $|4a:b:4c|$ selbst bestimmt wurde; wir nannten sie die zweite Kantenzone; es ist die nämliche, welche hier von $n$ über $M$ hinweg nach $d$ und dem dem vorigen parallelen $n$ geht; und eben so, wie von der Rhomboidfläche aus durch das Kreuzen zweier solcher Zonen die Lage der Fläche $|a':3c:\infty b|$ in der vertikalen Zone bestimmt wurde, eben so wird die Lage der Flächen $|a:5c:\infty b|$ d. i. unsre Epidotfläche $T$ durch das Kreuzen zweier ähnlicher Zonen bestimmt, welche von den Diagonalflächen $|4a:b:4c|$ aus nach denjenigen Seitenflächen $n$ sich bilden, wel-

*) Haüy's Taf. LIV. Fig. 137., welche am unteren Ende freilich ganz verzeichnete Figur hier dennoch brauchbar ist.

che nicht in die vorigen Zonen mit ihnen zusammen gehören; und eben deshalb schliefst sich die Bildung der Fläche $|a : 5c : \infty b|$, wie oben bemerkt wurde, so ganz nah an den Entwickelungsgang eines zwei- und- eingliedrigen Systemes an, wie wir ihn vom Feldspath her kennen, und bei dem Augit sowohl als der Hornblende sehr gut zu verfolgen im Stande sind.

Das Zusammentreffen aller dieser Verhältnisse giebt dieser Ansicht des Epidotsystems einen so überzeugenden Grad von Glaublichkeit, dafs, sofern die Winkelmessungen nicht selbst sie aufzugeben nöthigen, ich mich der Beistimmung aller Kenner zu ihr, wie sie hier ausgesprochen ist, wohl versichert halten darf.

Es ist nicht schwer, demnach die Werthe und allgemein krystallinomischen Ausdrücke für die übrigen bekannten Flächen des Epidotes zu finden. Die Fläche nämlich, welche bei Haüy mit $h$ bezeichnet ist, fällt für's erste in die Diagonalzone von $M$, d. i. sie bildet auf $M$ eine Kante, parallel der Längendiagonale von $M$, oder parallel derjenigen Linie, welche in der gewöhnlichen Stellung der Epidotkrystalle, wo $M$ und $T$ als Seitenflächen einer Säule angesehen wurden, auf $M$ horizontal ging. Ausserdem aber schneidet sie die Fläche $d$ in einer Linie, welche man schicklich die Längendiagonale von $d$ nennen kann, d. i. parallel der Linie, in welcher $d$ von der Fläche $r$ oder $|a : \infty b : \infty c|$ geschnitten werden würde. Die Zone, deren Axe dieser Linie parallel geht, kann man füglich die Diagonalzone von $d$ nennen. Durch die zwei genannten Zonen ist nun die Lage von $h$ streng bestimmt, und ihr einfachster Ausdruck wird, $h = |\frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b : c|$.

Die Fläche $u$ fällt, ganz analog der vorigen, in die Diagonalzone von $T$ und wiederum in die eben bestimmte Diagonalzone von $d$; ihr Ausdruck wird daher, $u = |\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : c|$. Beide Flächen haben mit der Fläche $d = |a : b : 4c|$, welches sich eben so bequem auch schreiben läfst $|a : \frac{1}{4}b : c|$, gemein das Verhältnifs in $b$ und $c$, nämlich $\frac{1}{4}b : c = b : 4c$; und so läfst sich schon in diesen Zeichen jene Eigenschaft lesen, dafs die Flächen $h$ und $u$ mit $d$ zusammen wieder in Eine Zone fallen, deren Axe

parallel ist einer Linie von $\frac{1}{4}b$ nach $1c$ gezogen, d. i. die Zone, welche wir eben die Diagonalzone von $d$ genannt haben. Wie aber alle Flächen einer und derselben Zone jederzeit einander in parallelen Linien schneiden, so auch die Flächen $h$ und $u$ die Fläche $d$.

Die Fläche $o$ gehört, wie $h$, auch in die Diagonalzone von $M$; die Fläche $z$, wie $u$, in die Diagonalzone von $T$; eine jede dieser Flächen gehört aufserdem, und zwar $o$ in die Kantenzone von $T$, und $z$ in die Kantenzone von $M$; d. i. $o$ fällt zwischen $d$ und $n$ auf der Seite von $M$, so dafs ihre Kante mit $M$ oder $h$ parallel wird der Kante, welche diese beiden unter sich bildeten; $z$ fällt zwischen $d$ und dem andern $n$ auf der Seite von $T$ so, dafs ihre Kante mit $T$ oder $u$ parallel wird der Längendiagonale von $T$, d. i. parallel der Kante, in welchem $T$ von $u$ geschnitten wurde. Jede der Flächen, $o$ und $z$, ist durch das Fallen in zwei genannte Zonen geometrisch streng bestimmt; das Zeichen von $o$ wird, $o = \overline{|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{3}b : c|}$ das Zeichen von $z$ wird, $z = \overline{[\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}b : c]}$. Die Verhältnisse in den Dimensionen $a$ und $c$ gleichen denen der Flächen $h$ und $u$, weil die durch das Verhältnifs $\frac{1}{3}a : c$, oder $\frac{1}{3}a : c$ ausgedrückten Linien die Axen der Zonen, in welche $h$ und $o$, $u$ und $z$ gemeinschaftlich fallen, und folglich je zweien dieser Flächen gemein sind. Das Verhältnifs in den Dimensionen $b$ und $c$, welches die Zeichen der Flächen $o$ und $z$ als beiden gemeinschaftlich angeben, nämlich $\frac{1}{6}b : c$, verglichen mit dem der Flächen $d$, $h$ und $u$, d. i. $\frac{1}{4}b : c$, leitet noch auf die Merkwürdigkeit, dafs das eine Glied gegen das andere auf die Hälfte gesunken, oder das zweite gegen das erste verdoppelt ist; daher die Kante, welche $o$ und $z$ unter einander bilden, (d. i. die Linie, welche durch das Verhältnifs $\frac{1}{6}b : c$ angegeben wird) gegen die Axe $c$ geneigt ist mit doppelt so grofsem Cosinus als die Längendiagonale von $d$, bei gleichem Sinus; oder dächte man sich eine Fläche aus der Diagonalzone der supponirten Schief-Endfläche des Systems $\overline{|a:c:\infty b|}$, welche die Kante zwischen $o$ und $z$ abstumpfte (in deren Diagonalzone also wiederum die Flächen $o$ und $z$ gemeinschaftlich fielen, wie $h$ und $u$ in die von $d$); so wäre das die Fläche mit doppeltem Cosinus (bei gleichem Sinus) von unsrer Diagonalfläche $d$ in Beziehung auf ihre beiderseitigen Nei-

Neigungen in der ihnen gemeinschaftlichen Diagonalzone von $|a : c :\infty b|$; es wäre die Fläche $|a : \frac{1}{8}b : c|$.

Ehe wir von den in der Haüy'schen Beschreibung auch vorkommenden Flächen $q$ und $y$ sprechen, wird es gut seyn, von den Flächen der vertikalen Zone, namentlich von den Haüy'schen Flächen $s$ und $l$ Rechenschaft zu geben. Wenn wir die Haüy'schen Bestimmungen derselben in unsre Grundansicht übersetzen, so ergiebt sich aus ihrer von Haüy gegen die übrigen Flächen angenommenen Lage für uns der Ausdruck für $s$, als auf der Seite von $M$ liegend, $s = |a' : 11c :\infty b|$; für $l$, welches auf die Seite von $T$ zu liegen kommt, der Ausdruck, $l = |a : 13c :\infty b|$. So anstöfsig an und für sich Ausdrücke der Art erscheinen könnten, so bestätigt doch die weitere Betrachtung des Zusammenhanges der Bildung von Flächen in einem solchen Systeme die Realität derselben zur Genüge. Wir finden nämlich diese Flächen in der Reihe derer, welche von den so eben schon beim Epidot bestimmten Flächen aus ganz nach gleichen Gesetzen bestimmt und gebildet werden, nach welchen die Flächen mit dreifachem und fünffachem Cosinus in der vertikalen Zone von den Rhomboïdflächen und Diagonalflächen des Feldspathes aus bestimmt wurden.

Vergegenwärtigen wir uns nämlich wieder, wie beim Feldspath von den Rhomboïdflächen aus die Fläche mit dreifachem Cosinus in der vertikalen Zone, d. i. $|a' : 3c :\infty b|$ bestimmt wurde durch das Kreuzen zweier Zonen von den Rhomboidflächen nach denjenigen Seitenflächen der Säule $|a : b :\infty c|$, welche an derselben Seite des Endes ihnen gegenüber lagen; und verfolgen wir genau das nämliche Verhalten in Bezug auf die bereits bestimmten Flächen $d$, $h$, $u$, $o$, $z$, so bestimmen auf analoge Weise die eben genannten Flächen durch das Kreuzen je zweier analogen Zonen, von ihnen aus nach den Seitenflächen der Säule sich richtend, die Fläche $d$ in der vertikalen Zone, wie schon oben gesagt wurde, die Fläche mit fünffachem Cosinus, d. i. $|a : 5c :\infty b|$, unser $T$ beim Epidot; die Fläche $h$ auf gleiche Weise die mit siebenfachem, d. i. $|a' : 7c :\infty b|$, die Fläche $u$ nach dem nämlichen Gesetz die mit neunfachem, d. i. $|a:9c:\infty b|$

eben so die Fläche *o* die mit eilffachem, oder $|a : 11c :\infty b|$, endlich die Fläche *z* die mit dreizehnfachem Cosinus in der vertikalen Zone oder die Fläche $|a : 13c :\infty b|$.

Der leicht zu entwickelnde allgemeine Lehrsatz hierüber ist dieser *):

*) Es sey Fig. 4. die Ebene unsrer Dimensionen *a* und *b*, $ai = a$, $bi = b$, $a'i = a'$, $b'i = b'i$ in dem Punkte *i* denke man sich unsre Dimension *c* auf der Ebne der beiden ersteren senkrecht stehend in einem gegebenen Verhältnifs zu *ai* und *bi*. Durch den Endpunkt dieser dritten Dimension *c*, welchen wir auch mit *c* bezeichnen wollen, denke man sich eine Ebne gelegt, welche die Dimensionen *a* und *b*, d. i. *ai* und *bi* in *g* und *f* schneidet. Es sey $fi = \frac{1}{y}\, bi = \frac{1}{y}\, b$, und $gi = \frac{1}{\infty}\, ai = \frac{1}{\infty}\, a$. So ist das Zeichen der gemeinten Fläche $= \left|\frac{1}{\infty}\, a : \frac{1}{y}\, b : c\right|$. Man denke sich von dieser Fläche aus eine Zone nach derjenigen Seitenfläche der Säule, welche durch die Punkte *a* und *b'* der Fig. 4. gelegt würde, der dritten Dimension *c* parallel, und deren richtiger Ausdruck also seyn würde: $|a : b' :\infty c|$; so wird die Axe jener Zone die Linie seyn, in welcher die Fläche $\left|\frac{1}{\infty}\, a : \frac{1}{y}\, b : c\right|$ die Fläche $|a : b' :\infty c|$ schneidet. Man denke sich die Ebene $|a : b' :\infty c|$ durch den Punkt *i*, also durch die Linie *di* und durch die auf *i* senkrechte Dimension *c* gelegt, so hat sie mit der Ebne, die durch *f*, *g* und *c* gelegt wurde, den Punkt *c* und den Punkt *e* gemein, letzteren als den Schneidungspunkt der Linien *fg* und *di*; oder die gesuchte Axe ist eine Linie, von *c* nach diesem *e* gezogen. Wir ziehen *bl* und *ah* parallel mit *fg*. Wenn nun $fi = \frac{1}{y}\, bi$, und $gi = \frac{1}{\infty}\, ai$, so ist $ei = \frac{1}{y}\, im = \frac{1}{\infty}\, in$, folglich $= \frac{1}{\infty+y}\, (im + in)$. Aber $dn = im$, folglich $im + in = dn + in = di$. Also $ei = \frac{1}{\infty+y}\, di$.

Eben so wie die Zone von der Fläche $\left|\frac{1}{\infty}\, a : \frac{1}{y}\, b : c\right|$ nach der Seitenfläche $|a : b' :\infty c|$ zur Axe die Linie, von *c* nach *e* gezogen, hat, so wird die Axe einer zweiten analogen Zone, von der gegenüber liegenden Fläche derselben Seite des Endes $\left|\frac{1}{\infty}\, a : \frac{1}{y}\, b' : c\right|$ (d. i. *f' g* (*c*) Fig. 4.) nach der Seitenfläche der Säule $|a : b :\infty c|$ d. i. nach derjenigen, welche, der Axe *c* parallel, durch die Punkte *a* und *b* der Fig. 4. oder durch *d'i* und die Axe *c* selbst gelegt werden würde, eine Linie seyn von *c* nach dem Punkt *o* (Fig. 4.) gezogen, welcher in *id'* so liegt, dafs $io = \frac{1}{\infty+y}\, id'$, wie $ie = \frac{1}{\infty+y}\, id$. Die Ebne, welche in beide Zonen gemeinschaftlich fällt, ist die Ebne (*c*) *eo*, ihr Durchschnitt mit der Linie *ai* ist *k*. Nun leuchtet ein, dafs dies eine Fläche der vertikalen Zone ist, (deren Axe parallel ist der Dimensionslinie *bb'*,) und dafs ihre Nei-

Man gebe dem Zeichen der Fläche, wie *d*, *h*, *u*, u. s. f. die Form, wo die Dimension *c* in der Einheit genommen wird, wie $\overline{|a : \frac{1}{4}b : c|}$, $\overline{|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c|}$

gung gegen die Axe *c* zum Sinus hat die Linie *ik* (Fig. 4), während ihr Cosinus $= c$. Aber wenn $ei = io = \frac{1}{x+y} id = \frac{1}{x+y} id'$, so ist auch $ik = \frac{1}{x+y} ai = \frac{1}{x+y} a$.

Folglich hat diese Fläche der vertikalen Zone, wie oben im Text gesagt wird, für ihre Neigung gegen die Axe *c*, sin : cos $= \frac{1}{x+y} a : c$, während die normale Schief-Endfläche, d. i. $\overline{|a : c : \infty b|}$ hatte, sin : cos $= a : c$, und der allgemeine Ausdruck der ersteren wird seyn $= \overline{\left|\frac{1}{x+y} a : c : \infty b\right|} = \overline{|a : (x+y)\, c : \infty b|}$, d. i. sie ist die Fläche mit $(x+y)$-fachem Cosinus in der vertikalen Zone.

Einen andern, aber verwandten Werth dagegen bekommt diejenige Fläche der vertikalen Zone, welche in zwei Zonen liegt, die von den nämlichen gegebenen Flächen $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b : c\right|}$ und $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b' : c\right|}$ auch nach den vorigen Seitenflächen, aber mit gegenseitiger Vertauschung der letzteren sich bilden, also die eine von $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b : c\right|}$ nach $\overline{|a : b : \infty c|}$, die andere von $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b' : c\right|}$ nach $\overline{|a : b' : \infty c|}$ gehen. Es sey wieder in Fig. 5. $fi = \frac{1}{y} bi = \frac{1}{y} b$, und $gi = \frac{1}{x} ai = \frac{1}{x} a$; die Ebne $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b : c\right|}$ also durch den, wie vorher, über *i* zu construirenden Endpunkt (*c*) der Linie *ic*, welche wir $= c$ setzen, gelegt, $= (c) fg$; und ihr Durchschnitt mit einer durch die Punkte *a* und *b* der Fig. 5. der Axe *c* parallel gelegten Fläche die Axe der Zone, von welcher wir sprechen. Wir legen die letztere Ebne durch die Axe *c* selbst, also durch *id'* u. s. f., so hat sie mit der Ebne $(c) fg$ den Punkt $(c)$ und in der Fig. 5. den Punkt *n* gemein, in welchem das verlängerte *fg* die Linie *id'* schneidet. Die gesuchte Axe der Zone ist also die Linie von $(c)$ nach *n* gezogen. Man ziehe aufser der Verlängerung von *fg* nach *h* die Linie *il* parallel mit *hn*, so ist (nach der Proportion, $hb : bf = gi : fi$,) $hb = \frac{y-1}{x} a$; $lh = ig = \frac{1}{x} a$, folglich $tl = tb - lh - hb = (1 - \frac{y}{x}) a = \frac{x-y}{x} a$; und $tl : lh = x - y : 1$.

Aber $in : ti = lh : tl = 1 : x - y$; also $in = \frac{1}{x-y} ti = \frac{1}{x-y} id'$. Somit ist der Punkt *n* bestimmt. Die zweite analoge Zone, von der Fläche $\overline{\left|\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b' : .\right|}$ nach der Seitenflache $\overline{|a : b' : \infty c|}$ hat, nach gleicher Construction, zu ihrer Axe eine Linie, welche von dem Punkt $(c)$ ausserhalb der Figur nach dem Punkt *m* (Fig. 5.) geht, der so liegt, dafs $im = \frac{1}{x-y} id$, so wie $in = \frac{1}{x-y} id'$. Daraus ergiebt sich, dafs auch $ik =$

u. s. w; man nenne dann den Coëfficienten der Dimension $a$, $\frac{1}{x}$, den der Dimension $b$, $\frac{1}{y}$, so ist der Sinus der nach dem angegebenen Gesetz bestimmten Fläche in der vertikalen Zone der $\frac{1}{x+y}$-fache von dem der normalen Schief-Endfläche, bei gleichem Cosinus mit derselben, oder umgekehrt der Cosinus der zu bestimmenden Fläche bei gleichem Sinus der $x+y$fache von dem der normalen Schief-Endfläche $= \overline{|a : c :\infty b|}$.

Es ist hiermit die Anlage zur Bildung einer Reihe von Flächen in der vertikalen Zone solcher Systeme, wie das Epidotsystem ist, nachgewiesen, deren Cosinusse (bei gleichem Sinus) wie die Reihe der ungeraden Zahlen fortschreiten.

Die Fläche mit 7fachem Cosinus ist beim Epidot bisher noch nicht beobachtet worden, so wenig als die mit einfachem, d. i. die supponirte Schief-Endfläche $\overline{|a : c :\infty b|}$ selbst; die mit 9fachem habe ich an einem in jedem Betracht vorzüglichen Exemplare von Epidot, welches das hiesige Königl. Kabinet besitzt, sehr nett zu beobachten Gelegenheit gehabt; die mit 11-fachem und mit 13-fachem sind nicht allein von Haüy in den Flächen $s$ und $l$ angegeben worden; sondern ihr reelles Daseyn bestätigt sich noch weiter in dem Vorkommen andrer zum Theil von ihnen abhängiger, bereits bekannt gewordener Epidotflächen.

$\frac{1}{x-y}\,ai = \frac{1}{x-y}\,a$. Aber $ik$ ist wieder der Sinus für die Neigung der Fläche in der vertikalen Zone, welche in die zwei eben bezeichneten Zonen, deren Axen $(c)$ $n$ und $(c)$ $m$ waren, gemeinschaftlich gehört, während ihr Cosinus $= c$. Es ist also die hierdurch bestimmte Fläche $(c)$ $m\,n$ in der vertikalen Zone die mit $\frac{1}{x-y}$-fachem Sinus oder mit $(x-y)$fachem Cosinus; ihr allgemeiner Ausdruck wird $\overline{|a : (x-y)\,c :\infty b|}$.

Es werden mithin überhaupt durch Flächen, deren allgemeiner Ausdruck $\overline{\left|\frac{1}{x}a : \frac{1}{y}\,b : c\right|}$ ist, und durch die Zonen, welche von ihnen nach den Seitenflächen $\overline{|a : b :\infty c|}$ gehen, im 2- und 1-gliedrigen (und folglich auch im 2- und 2-gliedrigen) System je zwei Flächen in der vertikalen Zone (deren Axe parallel ist der Dimension $b$) bestimmt: die eine mit $(x+y)$-, die andere mit $(x-y)$-fachem Cosinus bei gleichem Sinus mit der normalen Schief-Endfläche.

So ist das Gesetz für die Haüy'sche Fläche *y* dieses: dafs sie fürs erste wiederum in unsre Kantenzone von *T*, und zwar, wenn wir in derselben von *T* über *d*, *o* und *n* fortschreiten, jenseit *n* fällt, mit *n* also wiederum ihre Kante parallel bildet derjenigen, die zwischen *n* und *o*, *o* und *d* läuft u. s. f., aufserdem aber wieder in die Diagonalzone von *l* d. i. der Fläche $\overline{|a : 13c : \infty b|}$ gehört, oder bei der gewöhnlichen Ansicht der Epidotkrystalle, wo *M*, *T* u. s. f. als Seitenflächen einer Säule genommen werden, auf *l* gerad aufgesetzt erscheint.

Aus dieser doppelten Bestimmung für *y* folgt ihr Werth, $y = \overline{|\frac{1}{11}a : \frac{1}{8}b : c|}$. Das Verhältnifs in den Dimensionen *b* und *c* ist also wieder, wie das Zeichen darthut, das nämliche, welches den Flächen *o* und *z* in den nämlichen Dimensionen zukam. Hieraus fliefst weiter für die Fläche *y* auch die Eigenschaft, dafs sie auch noch in jene Zone gehört, deren Axe das Verhältnifs $\frac{1}{8}b : c$ angab, und von der wir schon gesprochen haben, jene Zone, in welche *o* und *z* mit *r* gemeinschaftlich fielen. Die Kante, welche *y* mit einer der eben genannten Flächen bildet, wird folglich wiederum parallel der Kante zwischen *o* und *z* u. s. f.

Wir hätten aus dieser Eigenschaft, wenn sie uns nebst dem Fallen in die Kantenzone von *T* als Datum zur Bestimmung der Fläche *y* gegeben gewesen wäre, den nämlichen Werth für dieselbe ableiten können, und alsdann würde die Fläche mit dreizehnfachem Cosinus in der vertikalen Zone, als in deren Diagonalzone sie fällt, auch auf diesem Wege haben abgeleitet werden können, welches uns zwar hier nur als ein Umweg erscheinen wird, nichtsdestoweniger jedoch die Richtigkeit der gemachten Bestimmung für *l* bestätiget.

Die Fläche *y* hat ihr merkwürdiges Gegenstück beim Epidot an einer Fläche, welche bei Haüy zwar nicht vorkommt, an dem vorerwähnten schönen Exemplare des Königl. Kabinets aber gleichfalls zu beobachten ist, und die wir *x* nennen wollen. Das Gesetz für dieses *x* ist: dafs sie auf ähnliche Weise in die Kantenzone von *M*, und zwar von *M* über *d*, *z*, *q*, *n* jenseit *n* hinweg fällt, wie *y* in die von *T*; aufserdem aber in der Diagonalzone von $s = \overline{|a' : 11c : \infty b|}$ liegt; ihr Zeichen wird demnach, $x = \overline{|\frac{1}{11}a' : \frac{1}{8}b : c|}$. Abermals gleiches Verhältnifs in den Dimensionen *b* und *c*, mit *y*, *o* und *z*, abermals also in die nämliche Zone, die diese Flächen un-

ter sich nebst $r$ bilden, als in eine dritte gehörig; abermalige Bestätigung für die Richtigkeit der Bestimmung des Werthes von $s$ als $\overline{|a' : 11c : \infty b|}$.

Nun tritt auch noch die Haüy'sche Fläche $q$ sehr harmonisch in die Reihe der bereits entwickelten Glieder des Systems. Das Gesetz für $q$ nämlich ist: dafs diese Fläche wiederum in die Kantenzone von $M$, und zwar zwischen $z$ und $n$ fällt, wie sie denn als Abstumpfungsfläche der Kante zwischen $z$ und $n$ zu erscheinen pflegt, aufserdem aber, mit $y$ gemeinschaftlich in die Diagonalzone von $l$; und ihr Ausdruck wird dem zufolge, $q = \overline{|\frac{1}{13}a : \frac{1}{10}b : c|}$. Merkwürdig ist hier wiederum das Verhältnifs in den Dimensionen $b$ und $c$; während $c$ constant bleibt, ist der Werth in $b$ wieder die Hälfte von dem, welcher den Flächen $o$, $z$, $x$ und $y$ gemeinschaftlich zukam; und dieser war wieder die Hälfte von dem, welchen die Flächen $d$, $h$ und $u$ unter sich gemein hatten; oder die Fläche $q$ deutet wieder auf eine Fläche aus der Diagonalzone der normalen Schief-Endfläche hin, deren Ausdruck $\overline{|a : \frac{1}{10}b : c|}$ seyn würde, und die also den halben Sinus der oben zwischen $o$ und $z$ supponirten $\overline{|a : \frac{1}{8}b : c|}$, oder den $\frac{1}{4}$- Sinus von $d$, d. i. $\overline{|a : \frac{1}{4}b : c|}$ bei gleichem Cosinus in dieser Zone haben, und im allgemeinen mit dem Namen der Fläche mit 16fachem Cosinus in der Diagonalzone der schief angesetzten Endfläche zu bezeichnen seyn würde, wie die Fläche $\overline{|a : \frac{1}{8}b : c|}$ die mit 8fachem, die Fläche $d$, oder das, was wir beim Feldspath vorzugsweise die Diagonalfläche nannten, nämlich $\overline{|a : \frac{1}{4}b : c|}$ die mit 4fachem, und wie endlich die bekannte Rhomboïdfläche des zwei- und eingliedrigen Systems $\overline{|2a' : b : 2c|} = \overline{|a' : \frac{1}{2}b : c|}$, oder richtiger ihr Gegenstück $\overline{|a : \frac{1}{2}b : c|}$ die Fläche mit doppeltem Cosinus in der Diagonalzone des 2- und- 1-gliedrigen Systems genannt wurde; eine Reihe von Flächen in dieser Zone, deren einfach schönes Gesetz, dafs bei gleichen Sinus die Cosinus durch Verdoppelungen fortschreiten, sich deutlich von selbst ausspricht.

Aus unsrer vertikalen Zone des Epidotsystems kommen in den Haüy'schen Beschreibungen noch zwei Flächen vor, mit $i$ und $k$ in seinen Abbildungen bezeichnet; erstere auf der Seite von $M$, also der hinteren,

letztere auf der Seite von $T$, oder der vorderen. Wenn wir seine für $i$ und $k$ angenommenen Decrescenzwerthe in unsre Ansicht des Systems übertragen, so findet sich für $i$, d. i. $G^4$ bei Haüy der Ausdruck, $i = \overline{|3a' : 17c :\infty b|}$, das wäre eine Fläche mit $\frac{17}{3}$fachem Cosinus in der vertikalen Zone auf der Seite von $M$, oder der hinteren Seite des Endes. Es ist wenig glaublich, dafs dieses Verhältnifs Realität hat, und man wird sehr geneigt seyn, dem Werthe $\frac{17}{3}$ den Werth $6 = \frac{18}{3}$ zu substituiren, und also statt der Haüy'schen Angabe die Fläche mit 6fachem, wo nicht gar, falls die Correction nicht zu grofs schiene, die mit 7fachem Cosinus aus der vertikalen Zone zu vermuthen, d. i. die nämliche, auf welche uns unsre obigen Betrachtungen schon höchst natürlich hinleiteten, und die die einzige zwischen der mit 3fachem und mit 15fachem Cosinus war, deren wirkliches Beobachtet-worden-seyn wir in der nach der Reihe der ungeraden Zahlen fortschreitenden Folge der Flächen in der vertikalen Zone noch vermifsten. Und zwar gehörte wirklich unsre vermifste Fläche mit 7fachem Cosinus der nämlichen Seite des Endes, der hinteren, an.

Der Haüy'sche Ausdruck für die Fläche $k$, nämlich $\frac{4}{3}H$, führt auf den Werth, $k = \overline{|7a : 5c :\infty b|}$, d. i. eine Fläche mit $\frac{7}{3}$fachem Sinus in der vertikalen Zone auf der vorderen Seite des Endes. Der Werth $\frac{7}{3}$ scheint an sich wieder wenig glaublich, und man wird geneigter seyn, zwischen den beiden einfacheren Werthen, zwischen welchen er liegt, d. i. der Vermuthung der Fläche mit doppeltem und der mit dreifachem Sinus anstatt jener mit $\frac{7}{3}$fachem zu wählen. Die mit dreifachem wäre die analoge von der im Feldspathsystem bekannten, welche dort mit dem Buchstaben $q$ bezeichnet war. Uebrigens ist zwar die allgemeine Lage der Epidotfläche $k$ (nämlich über $T$ auf der nämlichen Seite des Endes) gleichartig mit der Lage, welche die noch nicht beobachtete einfache Schief-Endfläche des Systems im Sinne unsrer Darstellung, d. i. die Fläche $\overline{|a : c :\infty b|}$ haben würde; allein es läfst sich nicht vermuthen, dafs diese der von Haüy als $k$ bestimmten substituirt werden dürfte, nicht allein wegen der beträchtlicheren Abweichung, welche man sich dem zufolge in dem Werthe der angegebenen Winkel erlauben müfste, sondern auch, und ganz vorzüglich, weil unsre Fläche $\overline{|a : c :\infty b|}$ bei Haüy selbst einen weit einfachern Ausdruck, als die Fläche $k$, nämlich den Decrescenzausdruck ${}^1H^1$ gefunden

haben würde. Statt dieses Ausdruckes, welcher ihm als Vergleichungspunkt gewifs vorschwebte, den schwierigeren Ausdruck $\frac{4}{3} H$ zu erwählen, das konnte nur zufolge einer Messung geschehen, welche den Gedanken, dafs die zu bestimmende Fläche $^{r}H^{l}$ sey, bestimmt ausschlofs.

Endlich haben wir nur noch der Fläche zu gedenken, welche Haüy mit dem Buchstaben *e* bezeichnet hat, und welche in unsrer horizontalen Zone des Epidotsystems zwischen *n* und *r* liegt, also die scharfe, nach vorn gekehrte Seitenkante der Säule *n*, zuschärfen würde. Die Haüy'sche Bestimmung giebt ihr den Werth, $e = \overline{|a : 2b :\infty c|}$ oder der Fläche mit doppeltem Sinus bei gleichem Cosinus in der horizontalen Zone, wenn wir die durch die Dimensionen *a* und *c* gelegte Ebne, d. i. die der Fläche *P* parallele als Aufrifs der Zone betrachten, und gegen sie die verschiedenen Neigungen der Flächen dieser Zone bestimmen; wie man sieht, erhält sonach *e* eine der einfachsten Functionen, die solche Flächen haben können, für deren besondere Begründung im Epidotsystem übrigens hier keine weiteren Betrachtungen vorliegen.

Wir wollen jetzt die gefundenen Ausdrücke sämmtlicher am Epidot beobachteter Flächen hier nochmals zusammenstellen. Es ist nach den Haüy'schen Bezeichnungen

die Fläche $n = \overline{|a : b :\infty c|}$

— — $e = \overline{|a : 2b :\infty c|}$

— — $r = \overline{|a :\infty b :\infty c|}$

— — $P = \overline{|b :\infty a :\infty c|}$

— — $M = \overline{|a' : 3c :\infty b|}$

— — $T = \overline{|a : 5c :\infty b|}$

eine neu beobachtete Fläche $= \overline{|a : 9c :\infty b|}$

die Fläche $s = \overline{|a' : 11c :\infty b|}$

— — $l = \overline{|a : 13c :\infty b|}$

— — $i = \overline{|3a' : 17c :\infty b|}$ ?

die

die Fläche $k = \overline{|7a : 3c : \infty b|}$?

— — $d = \overline{|a : \frac{1}{4}b : c|}$

— — $h = \overline{|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c|}$

— — $u = \overline{|\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : c|}$

— — $o = \overline{|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{5}b : c|}$

— — $z = \overline{|\frac{1}{5}a : \frac{1}{5}b : c|}$

— — $x = \overline{|\frac{1}{11}a' : \frac{1}{8}b : c|}$

— — $y = \overline{|\frac{1}{13}a : \frac{1}{8}b : c|}$

— — $q = \overline{|\frac{1}{13}a : \frac{1}{10}b : c|}$

Nun wird es auch nicht ohne Interesse seyn, das Charakteristische in dem Entwickelungsgange des Epidotsystems mit dem anderer zwei- und eingliedriger Systeme, und insbesondere des Feldspathes zu vergleichen, und den Hauptzügen nach das Eigenthümliche eines jeden auszusprechen.

Dem Feldspathsystem ist das des Epidotes schon in sofern verwandter, als anderen wichtigen Beispielen von 2-und-1-gliedrigen Systemen, wie Augit und Hornblende, in wie fern auch beim Feldspath die Flächen der vertikalen Zone ungleich gröfsern Antheil an der Bildung der Krystalle nehmen, als bei Augit, Hornblende u. s. f. Und zwar sahen wir ausdrücklich beim Feldspath die Fläche $\overline{|a' : 3c : \infty b|}$, bestimmt zunächst durch die Rhomboïdflächen, besonders wichtig werden für die Krystallbildung, die ursprünglichen Glieder der vertikalen Zone aber, d. i. die Flächen $\overline{|a : c : \infty b|}$ und $\overline{|a' : c : \infty b|}$ herrschend bleiben, und aufser den Rhomboïdflächen unter den abgeleiteteren Bildungen die Diagonalflächen $\overline{|a : \frac{1}{4}b : c|} = \overline{|4a : b : 4c|}$ sich noch am meisten an die herrschenden Flächen in der Krystallbegrenzung anreihen. Seltener schon war die Bildung anderer Flächen, und bei ihr zeichnete sich noch am meisten aus, was in die Zonen von den Rhomboïdflächen nach den Diagonalflächen hin fiel.

Wie weit mannichfaltiger entwickelt sich dagegen die vertikale Zone beim Epidot! Die Glieder derselben, zahlreich sich mehrend, beherrschen das ganze Aeufsere der Krystallform, und geben ihr eben dadurch das Ansehen eines gewendeten zwei- und-eingliedrigen Systemes. Allein die ursprünglichsten Glieder der vertikalen Zone $|a : c : \infty b|$ sowohl als $|a' : c : \infty b|$ verlieren sich aus der Erscheinung, und mit ihnen die Rhomboïdflächen $|2a' : b : 2c| = |a' : \frac{1}{2}b : c|$, mit ihnen — so scheint es — alle Glieder der ersten, eigentlichen Kantenzone des Systemes; eben diese Glieder, die, in gewissen zwei- und eingliedrigen Systemen, im Augitsysteme besonders, zu einer ähnlichen grofsen Mannichfaltigkeit entwickelt, da in der Endigung der Krystalle ganz und gar herrschen. Von ihnen, von allen diesen Flächen, welche sich auf die ursprünglichsten Glieder des Systemes direct beziehen, glaubt man keine Spur mehr beim Epidot zu sehen, so weit er beobachtet worden ist; diese gewöhnlichere auch einfachere Richtung des Entwickelungsganges, meint man, verliefse er ganz; seine Bildung nimmt, dem Anschein nach, eine völlig andere Richtung, und scheint gleichsam auf eine neue, durch das frühere nur vorbereitete Stufe zu treten, indem sich nun die Fläche $|a' : 3c : \infty b|$ statt der ursprünglicheren in der vertikalen Zone als die erste hervorhebt, die durch die Diagonalfläche weiter bestimmte $|a : 3c : \infty b|$ als die zweite im Werth mit ihr in der vertikalen Zone herrschend auftritt, nicht minder die Diagonalfläche $|a : \frac{1}{3}b : c|$ selbst, welche jene beiden unter einander sowohl, als jede mit der herrschend bleibenden ursprünglichsten Fläche der horizontalen Zone, $|a : b : \infty c|$ verbindet, wichtigeren Antheil an der Verwirklichung neuer Glieder des Systemes nimmt, und der Entwickelungsgang desselben seine Richtung statt der ersten Kantenzone, wie bei Feldspath, Augit u. s. f. in die neuen Kantenzonen von $M$ und von $T$ nimmt, d. i. in diejenigen, welchen die Glieder $|a' : 3c : \infty b|$ und $|a : 3c : \infty b|$, als die herrschend gewordenen in der vertikalen Zone anstatt der ursprünglicheren $|a : b : \infty c|$ dienen. — Allein der Schein des Contrastes ist gröfser, als die Wirklichkeit. Denn obgleich die Flächen $h$ und $u$ beim

Epidot nur in die Diagonalzonen von $M$ oder $T$ (und in die von $d$) zu gehören scheinen, so sind es doch ächte wahre Glieder aus der ersten eigentlichen Kantenzone, die wir beim Feldspath u. s. f. kennen; dies lehren ihre Zeichen *), nur dafs die Eigenschaft selbst an der Fläche äufserlich unkenntlich wird, dadurch, dafs die Schief-Endfläche $\overline{|a:c:\infty b|}$, von welcher die (erste) Kantenzone ausgeht, nicht sichtbar wird. Aber nicht allein sind $h$ und $u$ wirklich Flächen dieser Zone, sondern $h$ ist auch identisch (der allgemeinen Funktion nach) mit jener Fläche, die wir beim Feldspath beschrieben, als eine selten zwar, aber sehr schön vorkommende **), nämlich $\overline{|4a' : 3b : 1\infty c|} = \overline{|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c|}$; ja sie mufs identisch mit ihr seyn, wie nicht blofs dieses letztere Zeichen evident macht; sie mufs es, weil das Gesetz jener Feldspathfläche war: dafs sie aufser der (ersten) Kantenzone des Feldspathes zugleich in die Diagonalzone seiner Fläche $\overline{|a' : 3c : \infty b|}$ gehörte.

Ein ähnliches läfst sich von den Diagonalzonen der Flächen der vertikalen Zone sagen. Bei dem Feldspathe, bei der Hornblende u. s. f. ist es namentlich die Diagonalzone der Flächen $\overline{|a : c : \infty b|}$ sowohl als $\overline{|a' : c : \infty b|}$ welche sich in ihren einfachsten Gliedern, der Rhomboïdfläche, der Diagonalfläche, bei der Hornblende namentlich noch einer dritten, darstellt; von einer Entwickelung der Diagonalzone der Fläche mit 3fachem Cosinus in der vertikalen Zone, d. i. von $\overline{|a' : 3c : \infty b|}$ zeigt indefs der Feldspath doch auch schon die erste Spur, eben in jener Fläche, deren Identität mit unsrer Epidotfläche $h$, dem allgemeinen Charakter der Function nach, wir so eben nachgewiesen haben. Und so war in der That vom Feldspath selbst schon

*) Wenn man den oben S. 254 in der Note aufgestellten Lehrsatz auf die Flächen $h$ und $u$ anwendet, welcher dort für den Fall $x > y$ entwickelt wurde, für den umgekehrten Fall aber den Werth $y-x$ statt $x-y$ giebt, so sieht man leicht, dafs die durch die Zonen von $h$ und $u$ nach den zweierlei $n$ bestimmten Flächen mit $(x-y)$ oder $(y-x)$ fachem, d. i. mit (4—3) und (5—4) fachem Cosinus in der vertikalen Zone nichts anders sind, als die mit einfachem, d. i. die Fläche $\overline{|a : c : \infty b|}$ oder die normale Schief-Endfläche selbst, mit andern Worten: dafs es die Kantenzone dieser normalen Schief-Endfläche ist, in welche die Flächen $h$ und $u$ zufolge jenes Lehrsatzes gehören.

**) Vgl. d. Abh. d. phys. Kl. d. Akad. d. Wiss. f. 1816 u. 1817. S. 244 Note u. S. 265.

die Bahn der Entwickelung des Epidotsystemes betretener, als die erste Betrachtung vermuthen läfst; wir haben unter den so charakteristischen Endigungsflächen beider Systeme die Glieder $|a' : 3c : \infty b|$, $|a : \frac{1}{4}b : c|$ $|\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c|$ beiden wirklich gemein, und die übrigen des Epidotes in der allerinnigsten Verkettung, in der engsten Verwandtschaft mit diesen uns schon vom Feldspath her vertrauten.

Wenn wir somit auch die Eigenthümlichkeit des Epidotsystems, (nicht etwa blofs seinen Winkeln, sondern der ganzen Richtung seines Entwickelungsganges nach) deutlich genug geschildert haben, so ist es doch nicht minder belehrend, den unerwartet nahen Zusammenhang mit dem Entwickelungsgange im Feldspathsysteme selbst einleuchtend dargethan zu haben. Und ich glaube, dafs wir nunmehr die Rechenschaft, welche wir vom Epidotsysteme in Bezug auf die allgemeinen Functionen seiner Glieder abgelegt haben, für befriedigend halten dürfen.

Dies ganze Gebäude der Theorie des Epidotsystems beruhte auf der Annahme: Die Cosinusse der Neigungen von $M$ und von $T$ gegen die Axe $c$ verhalten sich bei gleichen Sinussen (— nicht, wie 5 : 8, wie die Haüyschen Winkelangaben zunächst anzudeuten schienen, sondern —) wie 3 : 5. Es versteht sich, dafs diese Annahme sich durch wiederholte Winkelmessungen bestätigen mufs, falls die aufgestellte Theorie für völlig erwiesen soll zu achten seyn. Ehe ich aber über diese Winkelwerthe selbst noch einiges sage, will ich noch eine andre verwandte Reflexion, die sich bei diesen Untersuchungen dargeboten hat, mittheilen.

Kam es darauf an, jenem Verhältniss 5 : 8 ein einfacheres, das durch Analogieen der bekannten Structurgesetze von Krystallisationssystemen unterstützt wurde, zu substituiren, so konnte noch ein anderes Verhältnifs, welches dem von 5 : 8 beinahe eben so nahe lag, als das unsrige 3 : 5, in Erwägung gezogen werden, nämlich das 2 : 3; ja die noch einfacheren Zahlen konnten für dasselbe noch einladender scheinen; und es weicht allerdings von dem Verhältnifs 5 : 8 nur um ein weniges mehr, aber nach entgegengesetzter Seite, ab, als das 3 : 5. Allein freilich die schöne Verbindung mit den Charakterzügen des Feldspathsystemes selbst, bliebe dieser Annahme fremd, und es träte an ihre Stelle keine ähnliche. Alle Werthe der übrigen Glieder würden verwickelter; das ganze System stände einsamer unter den übrigen. Der Werth der Fläche $d$ als immer

in den zweierlei, dem $M$ und dem $T$ zugehörigen, Kantenzonen gemeinschaftlich liegend, würde statt $|a : \frac{1}{4}b : c|$ dieser, $|a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c|$ *). Die übrigen Folgerungen alle zu ziehen, würde für unsern Zweck hier zu weitläuftig.

*) Man kann wiederum eine allgemeine Formel suchen für den Werth einer Fläche wie $d$, als in zwei Kantenzonen gehörig, wenn die verschiedenen Flachen der vertikalen Zone, auf die sie sich beziehen, die eine als der vorderen, die andre als der hintern Seite des Endes angehörig, gegeben sind. Es heifsen die Coefficienten der Cosinus für beide gegebene Flächen der vertikalen Zone, bei einfach genommenem Sinus, der grofsere $\varkappa$, der kleinere $\gamma$; so wird der allgemeine Ausdruck der gesuchten Fläche, wie $d$, dieser werden;

$$\left|a : \frac{\varkappa-\gamma}{\varkappa+\gamma}\, b : \frac{\varkappa-\gamma}{2}\, c\right| = \left|\frac{1}{\varkappa-\gamma}\, a : \frac{1}{\varkappa+\gamma}\, b : \frac{1}{2}\, c\right|.$$

Es seyen nämlich Fig. 6. *ai*, *bi*, unsre Dimensionen $a$ und $b$, $a'i$ und $b'i$ die ihnen entgegengesetzten $a'$ und $b'$, $ci$ in der Richtung unsrer Dimension $c$. Für eine zu bestimmende Fläche sey gegeben; 1) dafs sie in die Kantenzone fällt, welche von einer Schief-Endfläche $|a : \varkappa.\, c : \infty b|$ nach der Seitenfläche $|a : b : \infty c|$ geht. Es sey $db$ parallel mit $ci$, und $= \varkappa.\, c$, so ist die Linie $ad$ parallel der Axe der genannten Zone, und wird als solche geschrieben werden können $a\,;\, b,\, \varkappa c$ welche Form den Zeichen der Zonenaxen, oder überhaupt bestimmter Linien in einem Krystallisationssystem wird gegeben werden können, analog den Bezeichnungen der Flachen durch die drei Dimensionen $a$, $b$ und $c$. Der allgemeine Ausdruck einer solchen Linie möge seyn $\alpha.a\,;\beta.b,\gamma.c$, so wird der links vom Semicolon stehende Theil des Zeichens den einen Endpunkt der zu bezeichnenden Linie, in einem durch den Coëfficienten $\alpha$ bestimmten Punkt der Dimension $a$, der rechts vom Semicolon stehende Theil des Zeichens dagegen den andern Endpunkt der Linie in einer Ebne ausdrücken, welche durch die beiden andern Dimensionen $b$ und $c$ gelegt wird, folglich auf der ersten Dimension $a$ senkrecht steht. In dieser Ebne ist der Punkt durch die 2 Coordinatenwerthe bestimmt, welche ihm in den beiden Dimensionen $b$ und $c$ zukommen, und welche das Zeichen durch die den Zeichen der Dimensionen beigesetzten Coëfficienten $\beta$ und $\gamma$ ausspricht; beide Werthe werden in dem rechten Theile des Zeichens durch das Komma getrennt. Das Zeichen $a\,;\, b,\, \varkappa\, c$ spricht folglich eine Linie aus, deren einer Endpunkt in $a$ der Fig. 6., der zweite Endpunkt in der auf $ai$ in $i$ senkrechten Ebne $b'\, c'\, b\, c$ um 1 $b$, d. i. um $bi$ von der Dimension $cc'$, und um $\varkappa.\, c$, d. i. um $db$ von der Dimension $b'b$ absteht, folglich der Punkt $d$ ist; daher ist die Linie $ad$, welche beide bezeichnete Endpunkte verbindet, die bezeichnete Linie, hier die Axe unsrer Zone, von welcher wir wissen, dafs sie in unsre zu bestimmende Flache fallt. Das zweite Gegebene sey: 2) dafs die gesuchte Flache in eine andre Kantenzone fallt, welche von einer schief angesetzten Endflache (der hintern Seite des Endes) $|a' : \gamma c : \varkappa b|$ nach der Seitenfläche $|a' : b : \infty c|$, d. i. $a'bd$ (Fig. 6.) gehen würde Die Axe dieser zweiten Kantenzone würde zu schreiben seyn $a'\,;\, b,\, \gamma c$; und wenn $be$ (Fig. 6) $= \gamma\, c$ genommen wird, so ist die Linie $a'e$ (Fig. 6.) parallel der Axe der genannten Zone, gelegt durch den Punkt $a'$. Es wäre also für unsre Fläche

Endlich noch etwas über die wichtigeren Winkel der Epidotkrystalle und den daraus abzunehmenden Werth der Dimensionen $a$, $b$ und $c$ im Epidotsysteme selbst. Absichtlich habe ich diese Frage in den ganzen Gang der bisherigen Untersuchung noch nicht verflochten; und es wird um so einleuchtender sich gezeigt haben, welches Feld die allgemeine Theorie hier, abgesehen von allem speciellen Winkelwerthe, hat, wenn sie sich blofs an die allgemeinen Ausdrücke in den Dimensionen hält.

Versuchen wir es zuförderst, mit der möglichsten Annäherung an die Haüy'schen Angaben die möglichste Einfachheit der angenommenen Gröfsen selbst zu verbinden, so ist fürs erste das Verhältnifs $a : b$ den Haüy'schen Angaben nach so nahe an dem $\sqrt{2} : 1$, die Neigung von $n$ gegen $n$ (— nach Haüy 109° 10′ und 70° 50′ —) so nahe der Neigung der Flächen am Octaëder, d. i. 109° 28′ 16″, und 70° 31′ 44″, dafs man hier eine Abweichung in der Annahme von jenem höchst einfachen Verhältnifs,

gegeben, dafs die Linien $ad$ und $a'e$ (Fig. 6.) ihr parallel sind, als die Axen der beiden Zonen, welchen sie gemeinschaftlich angehört. Wir errichten in $a'$ die mit $cc'$ parallele Linie $a'f$, und nehmen $a'f = de = (\varkappa - \gamma)\, c$; so geht die gesuchte Ebne, wenn sie durch $ad$ gelegt wird, zugleich durch $f$. Wir ziehen die Linie $fa$, so schneidet unsre Ebne die Dimension $c$ in $g$, und $gi$ ist ihr Werth in der Dimension $c$, während ihr in der Dimension $a$ der Werth $= 1a$ gegeben ist. Aber $gi = \frac{1}{2}a'f = \frac{(\varkappa-\gamma)}{2}\, c$; dies ist, wie das obige Zeichen aussprach, ihr Werth in der Dimension $c$.

Ferner ziehen wir die Linie $dg$ und verlängern sie, bis sie die Dimension $b'b$ schneidet in $h$; und aus $g$ die Parallele $gl$ mit $ib$, senkrecht auf $bd$, so ist $hi : ig = gl : ld$. Aber $ld = bd - bl = bd - gi = \varkappa c - \frac{(\varkappa-\gamma)}{2}\, c = \frac{\varkappa+\gamma}{2}\, c$. Es heifst also die vorige Gleichung $hi : \frac{(\varkappa-\gamma)}{2}\, c = b : \frac{(\varkappa+\gamma)}{2}\, c$. Mithin $hi = \frac{\varkappa-\gamma}{\varkappa+\gamma}\, b$, wie das oben angegebene Zeichen der Fläche aussprach. Es ist also nunmehr für die gesuchte Fläche, d. i. $adf$ (Fig. 6.) das gegenseitige Verhältnifs ihrer Werthe in den drei Grunddimensionen $a$, $b$ und $c$ gefunden; nämlich gegen die Einheit in $a$, $\frac{\varkappa-\gamma}{\varkappa+\gamma}\, b$ in der Dimension $b$, u. $\frac{(\varkappa-\gamma)}{2}\, c$ in der Dimension $c$; daher ihr obiges Zeichen $= \overline{\left| a : \frac{\varkappa-\gamma}{\varkappa+\gamma}\, b : \frac{\varkappa-\gamma}{2}\, c \right|}$

u. s. f.

War $\varkappa = 5$, und $\gamma = 3$, wie bei unsrer gemachten Voraussetzung für die Epidotfläche $d$, so giebt die Formel $d = \overline{\left| a : \frac{2}{8}\, b : \frac{2}{2}\, c \right|} = \overline{\left| a : \frac{1}{4}\, b : c \right|}$ wie oben; dagegen, wenn $\varkappa = 3$, $\gamma = 2$ gesetzt würde, erhielte man $d = \overline{\left| a : \frac{1}{5}\, b : \frac{1}{2}\, c \right|}$, wie oben u. s. w.

$a : b = \sqrt{2} : 1$ ungern zulassen möchte. Bei der letzteren Annahme geben die Flächen $c$ als Zuschärfungsflächen der scharfen Seitenkanten von $n$ ihren Zuschärfungswinkel ebenfalls zu 109° 28′ 16″ und ihre Neigung gegen $r$, welche nach Haüy 144° 55′ beträgt, zu 144° 44′ 8″ *).

Zur Bestimmung des Verhältnisses von $a : c$ dienen uns die Neigungen der Flächen in der vertikalen Zone. Nach den bisherigen Winkelmessungen scheint, aus dem von uns entwickelten Gesichtspunkt des Systems, unter den einfacheren Verhältnissen die Annahme die zuläfsigste zu seyn, $a : c = \sqrt{75} : \sqrt{2} = 5\sqrt{3} : \sqrt{2}$. Dies giebt für die Schief-Endfläche des Systems $\overline{|a : c : \infty b|}$ die Neigung gegen die Axe $c$ zu 80° 45′ 32″; für die Neigung von $M = \overline{|a' : 3c : \infty b|}$ gegen dieselbe Axe wird sin : cos $= 5\sqrt{3} : 3\sqrt{2} = 5 : \sqrt{6}$; der Winkel = 63° 55′ 59″, 5; das Complement davon, 116° 6′ 0″, 5 die Neigung von $M$ gegen $r$. Für die Neigung von $T = \overline{|a : 5c : \infty b|}$ gegen die Axe $c$ wird sin : cos $= 5\sqrt{3} : 5\sqrt{2} = \sqrt{3} : \sqrt{2}$; der Winkel = 50° 46′ 6″, 5; sein Complement, 129° 13′ 53″, 5 die Neigung von $T$ gegen $r$. Die Neigung von $M$ gegen $T$ wird = 63° 53′ 59″, 5 + 50° 46′ 6″, 5 = 114° 40′ 6″.

Dieser letztre Winkel insbesondre weicht von der Haüy'schen Angabe fast gar nicht ab, welche ihn zu 114° 37′ (nach den Haüy'schen Annahmen genauer gerechnet, zu 114° 37′ 27″, 6) setzt; und es ist dies unter den drei von Haüy bestimmten Neigungen, $M$ gegen $T$, $M$ gegen $r$, und $T$ gegen $r$, diejenige, von welcher vorzugsweise die möglichste Schärfe der Messung vorausgesetzt werden mufs; alle drei zusammen aber enthalten das Wichtigste, was über die Verhältnisse dieser Zone überhaupt Aufschlufs geben kann.

Merklicher weicht die aus obigen Annahmen fliefsende Neigung von $M$ gegen $r$ ab; Haüy giebt sie zu 116° 40′; nach seinen Grundannahmen schärfer gerechnet, 116° 38′ 32″, 9; wir erhielten sie oben zu 116° 6′. Differenz $\frac{1}{2}$°, unter günstigen Umständen mit dem gewöhnlichem Goniometer allenfalls wahrnehmbar.

Die Neigung von $T$ gegen $r$ endlich giebt Haüy zu 128° 43′; rechnet man sie nach seinen Annahmen genauer, so findet man 128° 44′ 0″, 4; wir erhielten sie oben zu 129° 13′ 53″, 5. Differenz wiederum $\frac{1}{2}$°.

*) Ich mufs indefs doch erinnern, dafs mir bei meinen eigenen Messungen die Neigung von $n$ gegen $n$ kleiner als 109° 28′, allenfalls sogar noch etwas unter 109° geschienen hat.

Aus dem allem geht hervor, dafs die gemachte Annahme $a : c = \sqrt{75} : \sqrt{2}$ auch mit den Haüy'schen Messungen ganz wohl übereinstimmt. Es würden aus ihr ferner folgende Neigungen der Flächen der vertikalen Zone sich ergeben:

| | | | |
|---|---|---|---|
| die Fläche mit 7fachem Cos. | $\overline{\lvert a' : 7c : \infty b \rvert}$ | gegen $r$, | 138° 49′ 12″ |
| — — 9fachem — | $\overline{\lvert a : 9c : \infty b \rvert}$ | — | 145° 46′ 5″ |
| — — 11fach. d. i. $s$ | $= \overline{\lvert a' : 11c : \infty b \rvert}$ | — | 150° 55′ 33″ |
| — — 15fach. d. i. $l$ | $= \overline{\lvert a : 15c : \infty b \rvert}$ | — | 154° 46′ 37″ |

Die Complemente dieser Winkel sind, wie man sieht, die Neigungen der Flächen gegen die Axe $c$; ihre Neigungen unter einander, so wie gegen $M$ und T, ergeben sich hieraus von selbst.

Diese Annahmen der Werthe in den Dimensionen des Epidotsystemes sollen übrigens blofs dazu dienen, ein leicht faſsliches geometrisches Bild dem Studium der Gattung vorzuhalten, welches sich den beobachteten Werthen der Winkel so nah als möglich anschliefst, ohne dafs es darauf Anspruch macht, mit seinem Gegenstande vollkommen zu congruiren. So triftige Gründe, als wir für eine Ueberzeugung der Art bei unsrer Darstellung über das Feldspathsystem hatten, haben wir hier nicht. Das geometrische Bild, das wir von den Dimensionen im Epidotsystem hier entwerfen, halten wir dem Studium für förderlich als einen nützlichen Vergleichungspunkt für alle weitere Beobachtungen, unbeschadet der, durch letztere etwa herbeizuführenden Correctionen desselben. Die Werthe, auf welche wir geleitet wurden, sind nicht von einer solchen sprechenden Einfachheit, welche die Ueberzeugung von ihrer Realität in sich selbst trüge. Und vereinigen wir die zwei Annahmen $a : b = \sqrt{2} : 1$ *), und $a : c = \sqrt{75} : \sqrt{2}$, so wird das Verhältnifs der drei rechtwinklichen Dimensionen $a : b : c$ unter einander — immer verwickelt genug —

$$a : b : c = \sqrt{150} : \sqrt{75} : 2.$$

Die

*) Wenn man zufolge der Bemerkung in der vorigen Note das Verhältnifs $a : b$ etwas kleiner als $\sqrt{2} : 1$ annehmen will, so bieten sich, mit näherer Rücksicht auf das angenommene Verhältnifs $a : c$ am natürlichsten dar das Verhältnifs $a : b = \sqrt{75} : \sqrt{38}$, welches die Neigung von $n$ gegen $n$ zu 109° 6′ 47″, oder das Verhältnifs $a : b = \sqrt{75} : \sqrt{39} = 5 : \sqrt{13}$ dar, welches letztere den Winkel zu 108° 24′ 30″, 5 giebt. Statt $a : b : c = \sqrt{150} : \sqrt{75} : 2$ erhielte man dann $a : b : c = \sqrt{75} : \sqrt{38} : \sqrt{2}$ oder $\sqrt{75} : \sqrt{39} : \sqrt{2}$. Doch habe ich im folgenden die Winkel nach der Voraussetzung des Textes, $a : b : c = \sqrt{150} : \sqrt{75} : 2$ berechnet.

Die hierauf gegründete Rechnung wenigstens wird, eben weil es rechtwinkliche Linien sind, deren Verhältnifs gegen einander die Grundannahme bildet, ungemein vereinfacht gegen die nach den Haüy'schen Datis anzustellende, welche letztere Data darin bestehen, dafs die Seitenlinien eines von den Flächen *M*, *T* und *P* gebildeten schiefwinklichen geraden Prisma's angenommen werden im Verhältnifs der Zahlen 110, 96 und 61, für den von *M* und *T* gebildeten Winkel aber das Verhältnifs des Radius zum Cosinus wie 12 : 5 genommen wird.

Anstatt weiterer Reflexionen über beiderlei Grundannahmen will ich nur noch die wichtigeren Winkelwerthe hersetzen, wie sie aus obiger Annahme der Dimensionen *a*, *b* und *c* folgen, und mit den Haüy'schen Angaben zusammenstellen.

Es wird zufolge unsrer Annahmen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| die Neigung von *h* | gegen | *M*, 140° 19′ 20″; | nach Haüy | 140° | 59′ |
| — *o* | — | *M*, 121° 4′ 45″; | — | 121° | 25′ |
| — *u* | — | *T*, 144° 25′ 6″; | — | 144° | 25′ |
| — *z* | — | *T*, 124° 56′ 54″; | — | 124° | 57′ |
| — *x* | — | *s*, 138° 3′ 20″; | | | |
| — *y* | — | *l*, 141° 47′ 11″; | nach Haüy | 141° | 48′ |
| — *q* | — | *l*, 122° 25′ 7″; | — | 122° | 26′ |
| — *d* | — | *M*, 127° 3′ 12″; | — | 127° | 16′ |
| — *d* | — | *T*, 129° 48′ 40″; | | | |

eine Uebereinstimmung, welche man gewifs nicht gröfser erwarten konnte.

Ich lasse hier noch einige andre, von Haüy nicht berechnete, zu den characteristischen gehörige Winkel folgen. Es wird nämlich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| die Neigung von *M* | gegen | *n*, 104° 42′ 51″, 7 und | 75° 17′ 8″, 3 |
| — *T* | — | *n*, 111° 25′ 0″, und | 68° 35′ 0″ |
| — *d* | — | *n*, auf der Seite von *T*, d. i. in der Kantenzone von *M*, | 128° 13′ 57″ |
| — *d* | — | *n*, auf der Seite von *M*, d i. in der Kantenzone von *T*, | 118° 46′ 20″ |
| — *d* | — | *d*, | 95° 17′ 24″ |
| — *d* | — | *r*, | 96° 50′ 24″ |
| — *h* | — | *d*, | 153° 22′ 6″ |
| — *u* | — | *d*, | 155° 53′ 11″ |

die Neigung von $h$ gegen $u$, 129° 15′ 57″
— $h$ — $r$, 109° 47′ 50″
— $u$ — $r$, 120° 57′ 13″
— $o$ — $r$, 103° 7′ 36″
— $z$ — $r$, 111° 14′ 21″
— $o$ — $z$, 145° 38′ 3″
— $x$ — $r$, 150° 31′ 56″
— $x$ — $o$, 152° 55′ 40″
— $y$ — $r$, 135° 57′ 33″
— $y$ — $z$, 155° 16′ 48″
— $o$ — $n$, in der Kantenzone von $T$, 146° 8′ 29″
— $z$ — $n$, — — $M$, 151° 27′ 16″
— $q$ — $n$, — — $M$, 165° 45′ 21″
— $y$ — $n$, — — $T$, 156° 16′ 16″
— $x$ — $n$, — — $M$, 157° 4′ 0″,6.

Zuletzt füge ich noch die allgemeinen Formeln bei, nach welchen diese letzten und ähnliche Winkel sich berechnen lassen, welche die Flächen aus einer Kantenzone, es seyen welche sie wollen, theils mit den Seitenflächen, theils mit der schiefen Endfläche derselben im zwei- und- eingliedrigen Systeme machen, und deren ich mich zum Theil schon in meiner Abhandlung über den Feldspath bedient, und ihren Gebrauch dort erläutert habe. Es ist nämlich:

für die Neigung der Seitenfläche gegen die Endfläche am Hendyoëder, $\sin : \cos = a\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} : b\,c$

für die Neigung einer Abstumpfungsfläche der scharfen Endkante (des Hendyoëders) gegen die Endfläche,

$\sin : \cos = a\,c\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} : b\,(na^2 + (n - 1)\,c^2)$

für die Neigung einer Abstumpfungsfläche der stumpfen Endkante gegen die Endfläche, $\sin : \cos = ac\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} : b\,(na^2 + (n+1)\,c^2)$

für die Neigung einer Abst.fl. der scharfen Endkante gegen die Seitenfläche, $\sin : \cos = n\,a\,b\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} : c\,(a^2 + (1-n)\,b^2)$

für die Neigung einer Abst.fl. der stumpfen Endkante gegen die Seitenfläche, $\sin : \cos = n\,a\,b\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} : c\,(a^2 + (1 + n)\,b^2)$

Formeln, die von um so gröfserem Nutzen sind, da sie eben so

wohl auf die 2-und- 2-gliedrigen Systeme, als auf die 2- und- 1-gliedrigen insgesammt ihre Anwendung finden, und in jedem von sehr mannichfaltigem Gebrauch sind. Die Formeln für die übrigen oben berechneten Winkel aber liest man gröfstentheils schon aus unsern Zeichen der Flächen selbst ohne Mühe.

Anm. Die Figuren 1. bis 3. der beigefügten Kupfertafel werden die Lage der verschiedenen Flächen des Epidotes, von welchen gesprochen worden, so viel als nöthig zu erläutern dienen.

# Ueber eine ausführlichere, für die mathematische Theorie der Krystalle besonders vortheilhafte, Bezeichnung der Krystallflächen des sphäroëdrischen Systemes.

Von Herrn C. S. Weiss *).

Aufser den drei unter einander rechtwinklichen und gleichen Grunddimensionen, auf welchen das sogenannt-reguläre oder sphäroëdrische System beruht, sind für dasselbe zunächst von Wichtigkeit die mittleren Dimensionen zwischen je zweien und zwischen je dreien der ersteren. Solcher mittlerer zwischen je zweien giebt es sechs, der mittleren zwischen je dreien giebt es vier. Am regulären Octaëder, wo jene drei Grunddimensionen die gröfsten Dimensionen des Körpers sind, sind die genannten 6 die mittleren, und jene 4 die kleinsten Dimensionen des Körpers. Die mittleren stehen senkrecht auf den Kanten des Octaëders, die kleinsten senkrecht auf seinen Flächen. Am Würfel sind umgekehrt die ersten drei die kleinsten, und senkrecht auf den Würfelflächen; die 4 obigen sind die gröfsten, sie gehen durch entgegengesetzte Ecken des Würfels; die 6 unter sich gleichen sind wiederum die mittleren, und senkrecht auf den Würfelkanten.

*) Vorgelesen am 4. November 1819.

Eben diese 6 werden am Granatoëder senkrecht auf den Flächen, die 4 und die 3 gehen durch entgegengesetzte stumpfe oder scharfe Ecken dieses Körpers. Am Leucitkörper, den Leucitoïden und an den sämmtlichen Hexakisoctaëdern (Sechsmal-Achtflächnern) des sphäroëdrischen Systems gehen die genannten dreierlei verschiedenartigen Dimensionen jederzeit durch entgegengesetzte Ecken der dreierlei Art, wie sie an allen diesen Körpern, in Zahl sowohl als in Lage, den Endpunkten jener 3, 4 und 6 Dimensionen entsprechen; denn alle diese Körper haben 26 Ecken $= 2.(3 + 4 + 6)$, von denen immer 6, 8 und 12 gleichen Werthes sind, als die Endpunkte der zu 3, 4 und 6 unter sich gleichen Dimensionen.

Die Bezeichnung aller und jeder Flächen des sphäroëdrischen Systemes, wie ich sie in meiner vor 2 Jahren der Königl. Akademie vorgelegten Abhandlung gegeben habe *), gründet sich auf die Angabe der Werthe, welche einer zu bezeichnenden Fläche in jenen 3 Grunddimensionen zukommen; und ich halte es für evident, dafs diese Bezeichnung keiner wesentlichen Verbesserung fähig ist, und für den gewöhnlichen Gebrauch vor allen andern Bezeichnungsmethoden den Vorzug verdient.

Ob nun gleich die Lage der Flächen durch die Angabe der genannten 3 ihr zukommenden Werthe in den Grunddimensionen völlig bestimmt ist, so ist es doch nicht minder interessant, und für die Eigenschaften der Flächen, und der von ihnen begrenzten Körper sowohl, als für die Kenntnifs des Zusammenhanges der Flächen unter einander und ihrer gegenseitigen Ableitbarkeit wichtig, auch diejenigen Werthe zu kennen, welche einer gegebenen Fläche in allen jenen 6 und 4 abgeleiteteren Dimensionen zugehören. Diese Werthe alle in einem für die Anschauung leicht faſslichen Bilde darzustellen, vereinigt nicht allein eine Menge einzelner gekannter Eigenschaften und Verhältnisse in einen leichten Ueberblick, sondern öffnet auch eine Bahn, auf welcher eine Menge versteckterer Verhältnisse und Beziehungen an den Tag kommen, welche bei der gewöhnlichen Behandlung langsam, unvollständig oder gar nicht bemerkt werden.

Je sprechender nun bei der gröfsesten Einfachheit und Klarheit ein solches Bild aufzustellen gelingt, je leichter zugleich die Regel gefunden wird, nach welcher es für eine jede mögliche Fläche des Systemes aufgestellt werden kann, desto vortheilhafter wird es für den Gebrauch in der

*) S. die Abh. d. phys. Klasse a. d. J. 1816 und 1817, S. 303 und fgg.

Wissenschaft seyn, desto sicherer darf es sich als solches anerkannt zu werden versprechen.

Es müssen für diese Aufgabe nicht blofs die 13 verschiedenen Dimensionen, sondern von jeder auch beide entgegengesetzte Hälften unterschieden werden, von welcher in der einen oder der andern einer zu bezeichnenden Fläche ein bestimmter Werth zukommt, und welche sich zu einander wie positive und negative Gröfsen verhalten, so dafs, wenn in der einen für die bezeichnete Fläche ein gewisser endlicher Werth bestimmt ist, er in der entgegengesetzten für sie wegfällt, umgekehrt, wenn er in der ersteren negativ wird, er in der entgegengesetzten eintritt.

Wir ziehen ein (gleichseitiges) Dreieck, und verlängern die Seiten desselben über die Winkel hinaus, so sind uns die hierdurch dargebotenen Stellen vollkommen zu unserm aufzustellenden Bilde geeignet. Wir setzen die Werthe, welche unsrer Fläche in den 3 Grunddimensionen zukommen, in die Ecken des Dreiecks, an die Stellen $a$, $a$, $a$, (Fig. 1.); da diese für die Flächen gegeben sind, so bedarf es im Zeichen keiner Stellen für die entgegengesetzten Dimensionshälften. Wir setzen in die Mitten der Seiten des Dreiecks $d$, $d$, $d$, die Werthe, welche der Fläche in denjenigen 3 der 6 mittleren Octaëderdimensionen zukommen, welche zwischen den gegebenen 3 Hälften der Grunddimensionen inne liegen, und in die Mitte des Dreiecks selbst, $p$ den Werth in derjenigen der 4 kleinsten Octaëderdimensionen, welche die zwischen den gegebenen drei ersten eingeschlossene ist. So bedarf unser Zeichen auch keiner Stelle für die entgegengesetzten Dimensionshälften dieser genannten 3 $d$ und des genannten $p$. Von den im allgemeinen unterscheidbaren 26 verschiedenen Dimensionshälften fallen also im Zeichen schon 7 weg, für welche es keiner besonderen Stelle in ihm bedarf, da die ihnen entgegengesetzten 7 die gegebenen sind, welche wir inwendig in das Dreieck einschreiben. Aber von den übrigen 3 mittleren sowohl, als den übrigen 3 kleinsten Octaëderdimensionen kann der zu bezeichnenden Fläche, in der einen oder der entgegengesetzten Dimensionshälfte ein gewisser Werth angehören; unser Zeichen wird dies unterscheiden, indem wir die Werthe der Flächen in den 3 mittleren Octaëderdimensionen in die nach entgegengesetzten Richtungen hin verlängerten Seiten des Dreiecks $d$, $d$; $d$, $d$; $d$, $d$; die Werthe in den 3 übrigen kleinsten Octaëderdimensionen aber in die durch die Verlängerungen von einander gesonderten Räume aufserhalb des Dreiecks $p$, $p'$; $p$, $p'$; $p$, $p'$ eintragen,

so dafs je zwei im Zeichen sich räumlich entgegenstehende $p$, $p'$ die entgegengesetzten Hälften der genannten Dimensionen bedeuten. In Fig. 2. haben wir die Stellen, welche den entgegengesetzten Hälften einer Dimension gehören, mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet, und es sind sonach sich entgegengesetzt $g$ und $h$, $i$ und $k$, $o$ und $m$, $q$ und $r$, $s$ und $t$, $u$ und $v$. Bei der Stellung der verschiedenen Glieder im Zeichen ist nichts willkührlich, sondern es folgt im Zeichen jedes Glied genau in der Richtung auf die gegebenen, wie in der Wirklichkeit eine jede Dimensionshälfte in ihrer Lage auf die gegebenen folgt; und diejenigen, welche im Zeichen in einer geraden Linie, wie $s$, $f$, $p$, $a$, $t$, (Fig. 2.) oder wie $r$, $c$, $p$, $d$, $q$ nach einander liegen, liegen im Raume selbst in einer und derselben Ebne *).

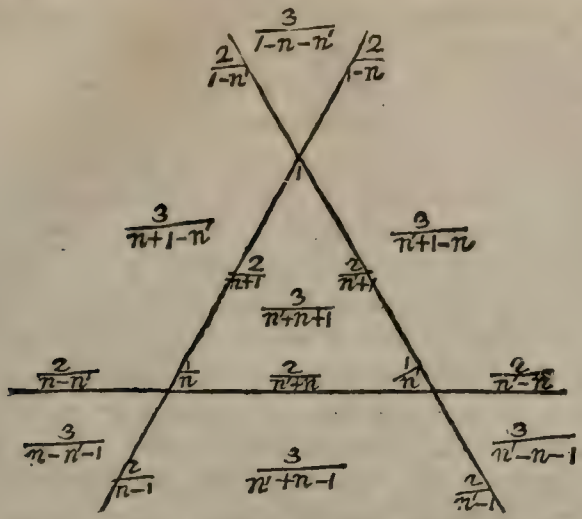
So ist, wenn nach Fig. 2. die 3 verschiedenen Grunddimensionen mit ihren verschiedenen Werthen durch $a$, $b$ und $c$, die mittleren zwischen je zweien durch $d$, $e$ und $f$ unterschieden, und die zwischen allen dreien mittlere durch $p$ bezeichnet sind, $k$ (Fig. 2.) allerdings die von $d$ aus jenseit der Grunddimension $a$ folgende mittlere, und $i$ die ihr entgegengesetzte, eben so $v$ die von $p$ aus jenseit der mittleren $c$ folgende und mit ihr in Einer Ebne liegende kleinste Dimension, so wie $u$ die entgegengesetzte von ihr, u. s. f. Dies eben giebt dem Zeichen die vollständigste Anschaulichkeit und Präcision; man darf sich z. B. die Dimension $p$ nur gegen das Auge gekehrt denken, so giebt die Stellung aller Theile unsers Zeichens ein getreues Abbild der Folge der Dimensionen selbst, wie sie in der Wirklichkeit unterschieden werden sollen; und das Zeichen mit seinen 19 unterschiednen Stellen ist eben so in sich geschlossen, wie das System des Raumes, dessen Verhältnisse es bildlich zu vergegenwärtigen bestimmt ist. Die Anschaulichkeit gewinnt noch durch die Beziehung des Zeichens auf jenen Inbegriff harmonischer Einfachheit unter den geometrischen Körpern, das reguläre Octaëder, dessen eine Fläche dem Auge zugekehrt, in den Ecken des Dreiecks seine Ecken, in den Mitten der Seiten und ihren Verlängerungen seine Kanten, in den durch die gezogenen Linien gesonderten Flächenräumen seine Flächen ausgedrückt findet, immer mit Weglassung derjenigen 3 Ecken, 3 Kanten und derjenigen Fläche des Octaëders, welche als die entgegengesetzten jener 7 Stellen, die im Innern des Zeichens ausgedrückt sind, durch dieselben gleichsam gedeckt, mit ihnen zusammen-

*) Dieſs gilt indeſs auch von denen, welche in einer Bogenlinie, wie $u$, $o$, $q$, $a$, $v$, $m$, $r$, oder $t$, $g$, $q$, $b$, $s$, $h$, $r$, u. s. f. (Fig. 2.) liegen.

fallen, aber dennoch selbst in unserm Zeichen, sobald es das Bedürfnifs erforderte, durch den einfachen Beisatz von + und — hervorgerufen, und als die hinteren von den vorderen unterschieden werden könnten.

Läfst nun die Correspondenz zwischen den verschiedenen Stellen unsers Zeichens und den zu bezeichnenden Gegenständen schwerlich etwas zu wünschen übrig, so überrascht nicht minder die Einfachheit der allgemeinen Formel, welche sich sehr leicht für die sämmtlichen zu bestimmenden Werthe in den verschiedenen Dimensionen ergiebt. Wir nehmen von den drei gegebenen Werthen der Fläche in den drei Grunddimensionen $a$ *) den einen in der Einheit, so wird es am schicklichsten seyn, als Einheit in den Dimensionen $d$, d. i. in den mittleren Octaëderdimensionen, diejenige Gröfse zu nehmen, wie sie im Octaëder wirklich ist, d. i. die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Kante $= a\sqrt{\frac{1}{2}}$, und als Einheit in den Dimensionen $p$ ebenfalls die wirkliche kleinste Dimension des Octaëders, d. i. die Linie aus dem Mittelpunkt senkrecht auf die Fläche, $= a\sqrt{\frac{1}{3}}$. Von den drei Grunddimensionen $a$, von welchen wir eine in der Einheit nehmen, nennen wir ferner die Werthe der andern $\frac{1}{n}a$ und $\frac{1}{n'}a$, oder wir bezeichnen die Fläche zufolge der anderwärts auseinandergesetzten allgemeinen Bezeichnungsmethode durch $\left|\overline{a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n'}a}\right|$, so wird nunmehr unser ausführliches Zeichen für dieselbe dieses;

*) Ich will hier, wie sonst, $a$ die Dimensionshälfte nennen, deren (nach aufsen gekehrter) Endpunkt im Zeichen (Fig. 1.) mit $a$ bezeichnet ist; eben so $d$ die Dimensionshälften, deren (äufsere) Endpunkte im Zeichen (Fig. 1.) mit $d$, und $p$ diejenigen, deren (äufsere) Endpunkte im Zeichen mit $p$ repräsentirt sind; (der nach innen liegende gemeinschaftliche Endpunkt für sie alle wäre der Mittelpunkt der Construction oder des Octaëders).




Es ist nämlich nicht nöthig zu allen diesen Coëfficienten die Faktoren $a$, $d$ und $p$ hinzuzufügen, da schon die Stelle es angiebt, welcher von denselben einem jeden zukommt. Auch zeichnen sich diese 3 Klassen von Coëfficienten im Zeichen schon durch ihre Zähler aus, welche für die in den Dimensionen $a$ 1, für die in den Dimensionen $d$ alle 2, für die in den Dimensionen $p$ allemal 3 sind. Die Nenner sind überdem bei den ersteren einfach, bei den zweiten immer aus zwei Gröfsen, bei den dritten aus drei Gröfsen zusammengesetzt. Man wird aber nicht ohne Genugthuung bemerken, dafs diese Coëfficienten in ihren zusammengesetzten Nennern gerade alle Combinationen enthalten, welche von den Gröfsen $n$, $n'$ und 1, jede bald positiv, bald negativ, jedoch die eine wenigstens jederzeit positiv, genommen, zu zwei und zu drei möglich sind; ja wir könnten hinzufügen, auch zu eins, und ohne die letztere Beschränkung, in sofern wir in Gedanken die entgegengesetzten Dimensionen von jenen im Innern unsers Dreiecks angegebenen 7 hinzufügen; denn diesen gebühren dann die unter den genannten Combinationen noch denkbaren, und die absoluten Zahlen jener Combinationen zu 1, zu 2 und zu 3 sind 6, 12 und 8, wie die unsrer verschiedenen Dimensionshälften.

Man wird ferner bemerken können, dafs alle diese Nenner durch ein einfaches Gesetz bestimmt sind. Jeder zusammengesetzte Nenner ist

nämlich die Summe derjenigen einfacheren, welche den beiden auf einander rechtwinklichen Gliedern angehört, zwischen welchen das, dem er gehört, in der Mitte liegt. Rechtwinklich auf einander sind nämlich in Fig. 2. : 1) auf $a$, nicht blofs die beiden andern Grunddimensionen $b$ und $c$, sondern auch die mittleren $f$ und $m$ oder $o$; eben so 2) auf $b$ senkrecht nicht nur $a$ und $c$, sondern auch $e$ und $g$ oder $h$; 3) auf $c$ senkrecht nicht nur $a$ und $b$, sondern auch $d$ und $i$ oder $k$. Nun ist der Nenner des Gliedes $f$ die Summe der Nenner von $b$ und $c$, als der beiden auf einander rechtwinklichen einfachern, zwischen denen $f$ liegt. Eben so aber, wie $f$ zwischen $b$ und $c$, so liegt $o$ zwischen $b$ und dem entgegengesetzten von $c$, oder dem $-c$, und der Nenner des Gliedes $o$ ist die Summe der Nenner von $b$ und $-c$; desgleichen liegt $m$ eben so zwischen $c$ und dem $-b$, und sein Nenner ist die Summe der Nenner von $c$ und $-b$. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Nennern der übrigen Glieder, welche mittleren Octaëderdimensionen angehören; der Nenner von $d$ ist die Summe der Nenner von $a$ und $b$ (der Nenner von $a$ ist 1, da $1 = \frac{1}{1}$); der von $i$ die Summe derer von $b$ und $-a$, der von $k$ die Summe derer von $a$ und $-b$; desgleichen der von $e$ die Summe der Nenner von $a$ und $c$, der von $h$ die Summe derer von $c$ und $-a$, und der von $g$ die Summe derer von $a$ und $-c$; während für diese Glieder alle der gemeinschaftliche Zähler des Coëfficienten 2 ist.

Was diejenigen Glieder des Zeichens betrifft, welche die Werthe der Fläche in den kleinsten Octaëderdimensionen repräsentiren, so ist der Nenner des Gliedes $p$ (Fig. 2.) die Summe der Nenner von $a$ und $f$, d. i. derjenigen beiden unter einander rechtwinklichen einfacheren Glieder, zwischen welchen es liegt; man könnte mit gleichem Rechte sagen, er sey die Summe der Nenner von $b$ und $e$, oder von $c$ und $d$, zwischen welchen $p$ ebenfalls in der Mitte liegt, und welches immer dasselbe Resultat giebt. Aber auch der Nenner des Gliedes $s$ (Fig. 2.) ist die Summe der Nenner von $f$ und dem $-a$, zwischen welchen beiden $s$ liegt; man könnte wiederum auch sagen, der Nenner von $s$ sey die Summe derer von $c$ und $i$, oder von $b$ und $k$; und alles das giebt wiederum ein gleiches Resultat. Von den Gliedern $q$ und $v$ gilt sichtlich das Analoge von $s$. Man betrachte $v$ als zwischen $e$ und $-b$, oder zwischen $a$ und $m$, oder zwischen $c$ und $k$ liegend; oder man betrachte $q$ als zwischen $d$ und $-c$, oder zwischen $a$ und $o$, oder zwischen $b$ und $g$ liegend, so wird der

Werth von $v$ oder $q$ nach der nämlichen Regel immer gleich richtig bestimmt werden. Kaum ist es nöthig hinzuzufügen, dafs die hier erwähnten Glieder $-a$, $-b$ und $-c$ in dem Zeichen, wie in unendlicher Entfernung von dem Mittelpunkt desselben aus, nach den Richtungen $s$, $q$ und $v$ hinliegend zu denken seyn werden.

Auch die Glieder $t$, $u$ und $r$ stehen unter demselben Gesetz. Der Nenner von $t$ ist wieder die Summe derer von $a$ und $-f$, der Nenner von $u$ die Summe derer von $b$ und $-e$, der Nenner von $r$ die Summe der Nenner von $c$ und $d$, welche negativen Gröfsen im Zeichen wiederum in unendlicher Entfernung zu denken seyn würden vom Mittelpunkt des Zeichens aus nach den Richtungen über $t$, $u$ und $r$ hinaus. Man könnte auch diese Nenner wieder anders zusammensetzen, den von $t$ aus denen von $g$ und $-b$, oder von $k$ und $-c$; eben so den von $u$ aus denen von $o$ und $-a$, oder von $i$ und $-c$; und den von $r$ aus denen von $m$ und $-a$, oder von $h$ und $-b$; es würde dies ganz consequent aus dem vorigen folgen; denn auch die so stehenden Glieder sind in der That solche einfachere auf einander rechtwinkliche, zwischen welchen die mit $t$, $u$ und $r$ bezeichneten liegen; und das Resultat würde immer unverändert das nämliche werden.

Der Beweis aber für die Richtigkeit des angegebenen Schema's liegt gröfstentheils in der Anwendung folgenden sehr einfachen

L e h r s a t z e s:

In einem Dreiecke $ABC$ (Fig. 5.) sey eine Linie gezogen aus dem Winkel $C$ nach einem Punkt $E$ der Seite $AB$, ferner eine zweite Linie aus dem Winkel $A$ nach einem Punkt $D$ der Seite $CB$; der Schneidungspunkt beider Linien sey F; so ist

$$CF : FE = CD \times AB : DB \times AE; \text{ oder}$$
$$CD : DB = CF \times AE : FE \times AB.$$

Zur Vereinfachung im Gebrauch setzen wir $AE = a$, $EB = b$, (folglich $AB = a+b$) ferner $CD = x$, $DB = y$, $CF = n$, $FE = m$, so heifsen obige Formeln:

$$n : m = x(a+b) : ya, \text{ und}$$
$$x : y = na : m\,(a+b).$$

Der Beweis ist dieser: Man ziehe aus $C$ auf die verlängerte $AB$ die Linie $CG$, parallel mit $AD$, so ergiebt sich aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $CGE$ und $FAE$, dafs

$$GA : AE = CF : FE; \text{ folglich } GA = \frac{AE \times CF}{FE}$$

ferner ergiebt sich aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $CGB$ und $DAB$, daſs

$$GA : AB = CD : DB; \text{ also } GA = \frac{AB \times CD}{DB}$$

Wenn man nun in die erste Gleichung den Werth von $GA$ substituirt, welchen die zweite Gleichung giebt, so hat man

$CF : FE = \frac{AB \times CD}{DB} : AE = AB \times CD : DB \times AE$, wie oben.

Und wenn man in die zweite Gleichung den Werth von $GA$ aus der ersten Gleichung substituirt, so erhält man

$CD : DB = \frac{AE \times CF}{FE} : AB = AE \times CF : FE \times AB$, wie oben *).

In der Anwendung kommen besonders die Fälle häufig vor, wo $AE = EB$, d. i. $a = b$, oder wo $b = 2a$, oder $a = 2b$, ferner wo $a = 3b$, oder $b = 3a$.

*) Wenn es darauf ankommt, das Verhältniſs von $AF : FD$ zu finden, so darf man nur $AE$ und $EB$ mit $CD$ und $DB$ vertauschen, so ist $AF : FD$, was vorhin $CF : FE$. Also $AF : FD = AE \times CB : EB \times CD$, oder wenn wir zur Abkürzung $AF$, $v$ nennen, und $FD$, $w$; so ist $v : w = a(x + y) : bx$.

Soll das Verhältniſs $v : w$ durch die gegebenen $a : b$ und $n : m$ ausgedrückt werden, so giebt die letztere Formel

$$v : w = a(na + (m \cdot (a+b) : bna = na + m(a+b) : ba$$

Ist $v : w$ gegeben, so findet man wieder

$$n : m = (a+b)\, w : bv - aw, \text{ oder}$$

$$n : n+m = (a+b)\, w : (v+w)\, b; \text{ desgleichen}$$

$$x : y = aw : bv - aw, \text{ oder}$$

$$x : x+y = aw : bv$$

Kommt es darauf an, das Verhältniſs $AE : EB$ zu finden, so ergiebt sich aus dem vorigen, $AE : EB = \frac{AF}{CB} : \frac{FD}{CD} = AF \times CD : FD \times CB$, oder

$$a : b = \frac{v}{x+y} : \frac{w}{x} = vx : w(x+y);$$

eben so ergiebt sich aus der ersten Grundgleichung:

$$a : a+b = \frac{n}{y} : \frac{n}{x} = mx : ny$$

Und wenn $v : w$ unter den gegebenen ist, so ist $a : b = xv : (x+y)\, w = nv - mw : w(n+m)$ und $a : a+b = nv - mw : n(v+w)$ u. s. w.

Für solche Fälle ist es bequem, die speciellen Formeln aus den obigen allgemeinen abzuleiten. Also:

I. wenn $a = b$, so ist $\begin{cases} n : m = 2x : y \\ x : y = n : 2m \end{cases}$ *)

II. wenn $b = 2a$, so ist $\begin{cases} n : m = 3x : y \\ x : y = n : 3m \end{cases}$

III. wenn $a = 2b$, so ist $\begin{cases} n : m = 3x : 2y \\ x : y = 2n : 3m \end{cases}$

IV. wenn $b = 3a$, so ist $\begin{cases} n : m = 4x : y \\ x : y = n : 4m \end{cases}$

V. wenn $a = 3b$, so ist $\begin{cases} n : m = 4x : 3y \\ x : y = 3n : 4m \end{cases}$

Es seyen nun für eine Fläche *Abc* (Fig. 4.) gegeben die 3 Gröfsen $AC = a$, $bC = \frac{1}{n}a$, und $cC = \frac{1}{n'}a$ (vgl. das obige Schema S. 275.), als ihre 3 Werthe in den 3 Grunddimensionen des Octaëders *AC*, *EC*, *OC*, mit andern Worten die Abstände der Fläche von dem Mittelpunkt *C* in den drei unter einander rechtwinklichen Dimensionen *AC*, *EC* und *OC*, so ist:

1) $Cd = \frac{2}{n+1} CD$, wie im Schema.

Denn in dem durch die Linien *Ab* und *CD* getheilten Dreieck *AEC* ist $AD = DE$, folglich auf die Bestimmung von $Cd : dD$ anwendbar die obige Formel (I), $n : m = 2x : y$, d. i.

$$Cd : dD = 2Cb : bE = \frac{2}{n} a : \left(1 - \frac{1}{n}\right) a = 2 : n - 1;$$

folglich $Cd : CD = Cd : Cd + dD = 2 : n+1$. Mithin $Cd = \frac{2}{n+1} CD$. *Q. E. D.*

2) $Ce = \frac{2}{n'+1} CG = \frac{2}{n'+1} CD = \frac{2}{n'+1} d$, s. oben.

In dem durch die Linien *Cc* und *CG* getheilten Dreieck *ACO* ist wieder $AG = GO$, daher die nämliche Formel (I) anwendbar,

*) Dieser Formel habe ich mich bereits bedient in der Abh. über eine verbesserte Methode für die Bezeichnung der Krystallflächen, s den vorigen Band dieser Schriften, S. 322 in der Note bei 2), Z. 3 ohne dafs ich es dort für nöthig hielt, den Lehrsatz selbst einzuschalten und zu entwickeln.

$n : m = 2x : y$, d. i. $Ce : eG = 2Cc : cO = \frac{2}{n'}a : \left(1 - \frac{1}{n'}\right)a = 2 : n' - 1$;

folglich $Ce : CG = Ce : Ce + eG = 2 : n' + 1$, und $Ce = \frac{2}{n'+1} CG$, wie oben.

3) $Cf = \frac{2}{n'+n} CF = \frac{2}{n'+n} CD = \frac{2}{n'+n} d$, s. oben.

Es sey $ECO$ (Fig. 5.) das nämliche Dreieck, wie Fig. 4.; und $bfc$ die nämliche Linie, wie dort; aus $E$ sey gezogen $Ero$ parallel mit $bfc$, so ist

$$Co : Cc = CE : Cb = a : \frac{1}{n}a = n : 1;$$

also $Co = n.\ Cc = \frac{n}{n'}a$; und

$$oO = \left(1 - \frac{n}{n'}\right) a = \frac{n'-n}{n'}a; \text{ daher}$$

$$Co : oO = n : n'-n.$$

Da nun wiederum $EF = FO$, so ist auf die Bestimmung des Verhältnisses von $Cr : rF$ wieder anwendbar die Formel (I), $n : m = 2x : y$, d. i.

$Cr : rF = 2Co : oO = 2n : n'-n$; folglich

$Cr : CF = 2n : n'+n$; und $Cr = \frac{2n}{n'+n} CF$.

Aber $Cf : Cr = Cb : CE = \frac{1}{n} : 1$; also

$$Cf = \frac{1}{n} \times \frac{2n}{n'+n} CF = \frac{2}{n'+n} CF = \frac{2}{n'+n} d, \text{ wie oben.}$$

4) $Ci = \frac{2}{n-1} CI = \frac{2}{n-1} CD = \frac{2}{n-1} d$, s. oben.

Die nach $i$ verlängerte Linie $CI$ ist parallel mit $AE$; folglich sind die Dreiecke $AEb$ und $bCi$ sich ähnlich; ferner $AE = 2CI = 2CD$; also

$Ci : Cb = AE : Eb$ oder

$$Ci : 2CD = Cb : Eb = \frac{1}{n} a : \frac{n-1}{n} a = 1 : n-1; \text{ mithin}$$

$$Ci = \frac{2}{n-1} CD, \text{ wie oben.}$$

5) $Ch$ *) $= \frac{2}{n'+1} CH = \frac{2}{n'+1} CD = \frac{2}{n'+1} d$, wie oben.

Es sind sich wieder ähnlich die Dreiecke $AOc$ und $cCh$; folglich

$Ch : AO = Cc : cO = n \frac{1}{n'} a : \frac{n'-1}{n'} a = 1 : n'-1$; mithin

$Ch = \frac{1}{n'-1} AO = \frac{2}{n'-1} CH = \frac{2}{n'-1} CD = \frac{2}{n'-1} d.$

6) $Cm = \frac{2}{n'-n} CM = \frac{2}{n'-n} CD = \frac{2}{n'-n} d$ des Schema's.

Die nach $m$ verlängerte Linie $CM$ (Fig. 4.) ist wiederum parallel mit $EO$. Aus $b$ ziehe man eine Linie mit beiden parallel; der Punkt, in welchem $CO$ von dieser Linie geschnitten wird, heifse $\beta$; so ist $b\beta = \frac{1}{n} EO = \frac{2}{n} CD$; $C\beta = \frac{1}{n} CO = \frac{1}{n} a$; und $c\beta = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right) a = \frac{n'-n}{n'n} a$

Aber $Cm : b\beta = Cc : c\beta = \frac{1}{n'} a : \frac{n'-n}{n'n} a = n : n'-n$

Also $Cm = \frac{n}{n'-n} b\beta = \frac{1}{n'-n} EO = \frac{2}{n'-n} CD$, wie oben.

NB. Bei diesen Demonstrationen wurde angenommen $n' > n > 1$. Es ist nicht nöthig, die analogen Beweise für andere Voraussetzungen besonders zu führen, durch welche in den entgegengesetzten Dimensionshälften von $CF$, $CI$ und $CM$ die entgegengesetzten Werthe der 3 hier erhaltenen direct gefunden werden können.

Es sei ferner $AEOE'O'A'$ (Fig. 6.) das reguläre Octaëder wie Fig. 4.; die Fläche $Abc$ die nämliche wie Fig. 4.; die Werthe $Cb$ und $Cc$ dieselben, wie vorher. Es sind in Fig. 6. $P$, $S$, $R$, $V$ die Mitten der nach vorn gekehrten Flächen des Octaëders $AEO$, $EOA'$, $OE'A'$ und $AOE'$; ferner $P'$, $T$, $Q$, $U$ (in der Figur durch punctirte Buchstaben unterschieden) die Mitten der entgegengesetzten (nach hinten gekehrten) Flächen $A'E'O'$, $E'O'A$, $O'EA$ und $A'O'E$, folglich die Linien $PP'$, $ST$, $QR$, $VU$ die vier kleinsten Dimensionen des Octaëders, und $CP$, $CS$, $CR$, $CV$ u. s. f. ihre Hälf-

*) In der Fig. 4. sind die Verhältnisse $Cb$ und $Cc$ gegen $AC$ so genommen, dafs die verlängerte Linie $bc$ in den Punkt $H$ selbst trifft, oder dafs $h$ mit $H$ zusammenfallt. Dies wird der Klarheit der Entwickelung des allgemeinen Werthes von $Ch$ keinen Abbruch thun.

ten, welche wir oben für das Schema $p$ genannt haben, deren Werthe $= AC \times V\frac{1}{3} = a\,V\frac{1}{3}$; $CA'$ die entgegengesetzte Dimensionshälfte von $CP$ u. s. f.

Der Punkt $f$ ist derselbe, wie in Fig. 4.; die Linie $Af$ also auch in der Ebne $Abc$; $PC$ liegt in der Ebne $ACF$ oder $ACf$, und der Durchschnittspunkt $p$ der Linie $Af$ mit $PC$ ist der Durchschnittspunkt der Fläche $Abc$ mit der Dimension $PC$; also $Cp$ die Gröfse, welche in Fig. 2. der Stelle $p$ correspondirt, und in unserm Schema S. 275. $\frac{3}{n'+n+1}$ ($\times CP = p$) genannt ist. Der Beweis nun, dafs

7) $Cp = \frac{3}{n'+n+1}\,CP = \frac{3}{n'+n+1}\,p$, gründet sich auf die Betrachtung des Dreiecks $ACF$, welches durch $CP$ und $Af$ so getheilt ist, dafs

$AP : PF = 2 : 1$ und $Cf : fF = \frac{2}{n'+n} : 1 - \frac{2}{n'+n} = 2 : n'+n-2$;

folglich ist die obige Formel (III) anwendbar,

$$n : m = 3x : 2y, \text{ d. i.}$$

$Cp : pP = 3Cf : 2fF = 3.\ 2 : 2.\ (n'+n-2) = 3 : n'+n-2$; und
$Cp : CP = Cp : Cp + pP = 3 : n'+n-2+3 = 3 : n'+n+1$; also

$Cp = \frac{3}{n'+n+1}\,CP$, wie oben.

8) $Cs = \frac{3}{n'+n-1}\,CS = \frac{3}{n'+n-1}\,CP = \frac{3}{n'+n-1}\,p$, s. das Schema.

Die kleine Octaëderdimension $CS$ liegt auch in der Ebne $ACF$ oder $AA'F$, so wie die Dimension $CP$. Folglich schneidet die in unsrer Ebne $Abc$ liegende Linie $Af$ verlängert die Linie $CS$ (oder deren Verlängerung) in einem Punkte $s$, so dafs $Cs$ der Abstand dieser Ebne vom Mittelpunkt $C$ in der Richtung von $CS$, oder mit andern Worten, der unsrer Fläche $Abc$ zugehörige Werth in der Dimension $CS$ wird.

Wir verlängern $AF$ und $CS$ bis zu ihrem Schneidungspunkt in $K$ und ziehen $KA'$; so ist nach der Formel (S. 278. Note)

$$a : a+b = mx : ny$$

$FK : AK = FS \times A'C : SA' \times AC = FS : SA' = 1 : 2$
(denn $A'C = AC$, und $FS = \frac{1}{3}FA'$, so wie $SA' = \frac{2}{3}FA'$)

folg-

folglich $FK = AF$. Nun ist nach der Formel (I) (weil $A'C = AC$, d. i. $a = b$)

$$n : m = 2x : y$$

$KS : CS = 2FK : AF = 2 : 1$; also $KS = 2\,CS$, und $CK = 3\,CS$.

Wiederum ist nach der Formel (I) (da $AF = FK$, als $a = b$)

$$x : y = n : 2m, \text{ d. i.}$$

$Cs : sK = Cf : 2fF = 2 : 2\,(n'+n-2) = 1 : n'+n-2$; daher

$Cs : CK = 1 : n'+n-2+1 = 1 : n'+n-1$; also

$$Cs = \frac{1}{n'+n-1}\,CK = \frac{3}{n'+n-1}\,CS, \text{ wie oben.}$$

9) $Cv = \frac{3}{n'-n+1}\,CV = \frac{3}{n'-n+1}\,CP = \frac{3}{n'-n+1}\,p$, s. d. Schema.

In dem durch die Linien $AM$ und $Cv$ getheilten Dreieck $ACm$ ist

$$CM : Mm\ ^*) = 1 : \frac{2}{n'-n} - 1 = n'-n : 2-(n'-n) = n'-n : n+2-n'$$

Ferner ist $AV : VM = 2 : 1$

Nun denken wir uns $CM$ als $a$ (Fig. 3.), $Mm$ als $b$, $AV$ als $n$, $VM$ als $m$ (Fig. 3.), so ist nach der Formel (S. 278. Note)

$v : w = an+m(a+b) : bn$, (da $a = n'-n$, $b = n+2-n'$, $a+b = 2$;)

$CV : Vv = (n'-n)\,2+1.\,2 : (n+2-n')\,2 = n'-n+1 : n+2-n'$; daher

$CV : Cv = n'-n+1 : (n'-n+1)+(n+2-n') = n'-n+1 : 3$; also

$Cv = \frac{3}{n'-n+1}\,CV$, wie oben.

10) $Cr = \frac{3}{n'-n-1}\,CR = \frac{3}{n'-n-1}\,CP = \frac{3}{n'-n-1}\,p$, s. d. Schema

Ob $Cr$ einen positiven oder einen negativen Werth erhält, im letzteren Falle also das ihm entgegengesetzte $Cq$ einen positiven, das ist, auch unter der Voraussetzung $n' > n > 1$, zweifelhaft, und von dem Verhältnifs von $n'$ gegen $n$ abhängig. Aus der Formel ergiebt sich, dafs $Cr$ negativ wird, wenn $(n+1) > n'$, oder $(n'-n) < 1$

*) Die Linie $CMm$ ist die nämliche, wie Fig. 4.; daher $Cm = \frac{2}{n'-n}\,CM$, wie oben bei (n. 6.)

Es sey Fig. 7. *Cm* die Linie wie Fig. 4 und 6. *); und die Linie *Am* treffe, über *m* hinaus verlängert, die Verlängerung von *CR* in *r*; es sey also der Werth *Cr* positiv für die Fläche *Abc* (Fig. 4 und 6.); wir verlängern die Linie *AM* bis zu ihrem Schneidungspunkt mit der verlängerten *CR* in *L*; so ist $AM = ML$, und $CL = 3\ CR$, wie in Fig. 6. $AF = FK$, und $CK = 3\ CS$ war.

Nun wenden wir auf das durch die Linien *AL* und *Cm* getheilte Dreieck *ACr* die Formel an (S. 278. Note)

$a : a+b = nv - mw : n\ (v+w)$

so ist $n : m = AM : ML = 1 : 1$; ferner

$$v : w : v+w = CM : Mm : Cm = 1 : \frac{2}{n'-n} - 1 : \frac{2}{n'-n} = n'-n : 2+n-n' : 2$$

also $a : a+b$, d. i. $CL : Cr = 2n'-2n-2 : 2 = n'-n-1 : 1$;

folglich $Cr = \frac{1}{n'-n-1}\ CL = \frac{3}{n'-n-1}\ CR$, wie oben.

Es ist klar, dafs der Werth der Fläche in der entgegengesetzten Richtung von *CR*, d. i. in *CQ*, dafern ihr in derselben ein positiver Werth zukäme, der entgegengesetzte von *Cr*, d. i. $-\frac{3}{n'-n-1}\ CP = \frac{3}{n+1-n'}\ p$, seyn würde. Des besonderen Beweises, der für den Fall, dafs *Am* die Verlängerung von *CQ* jenseit *Q* schnitte, ganz nach der Analogie der bisherigen Beweise geführt werden würde, überheben wir uns hier, so wie der directen Beweise für die Werthe in den entgegengesetzten Richtungen der betrachteten überhaupt, welche nur dann positiv werden, wenn wir die Voraussetzung, $\frac{1}{n'} < \frac{1}{n} < 1$, ändern, welcher gemäfs die Zeichnungen entworfen sind.

Wir nahmen es oben zwar als natürlich und zweckmäfsig, aber nicht geradehin als nothwendig an, während wir eine gröfste Octaëderdimension *a* in der Einheit genommen hatten, auch als Einheit in den Dimensionen *d* und *p* die zu wählen, welche im Octaëder selbst dessen mittlerer und kleinster Dimensionshälfte entsprechen. Und allerdings dürfte man statt dessen der Analogie des Würfels zu folgen geneigt seyn, wo die analogen Dimensionen von *a*, *d* und *p* der Gröfse nach steigen, wie sie

*) Wir nehmen sie in Fig. 7. verkleinert an, da in Fig. 4 und 6. die Verhältnisse so genommen sind, dafs die Linie *Am* mit *CR* parallel werden würde.

beim Octaëder fallen, so dafs beim Würfel die Dimensionen $a$ die kleinsten, und $p$ die gröfsten sind, und während $a$ für beide constant $=$ 1 genommen wird, $d = a\sqrt{2}$ statt $a\sqrt{\frac{1}{2}}$ oder $\frac{a}{\sqrt{2}}$, und $p = a\sqrt{3}$ statt $a\sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$, d. i. wo die nämlichen Gröfsen $\sqrt{2}$ und $\sqrt{3}$ zu Multiplicatoren statt zu Divisoren von $a$ werden, um es in die beiderlei andern Dimensionen zu verwandeln. So ist dann, immer $a$ oder eine der drei rechtwinklichen Grunddimensionen im Würfel sowohl als im Octaëder $=$ 1 gesetzt, eine der 6 gleichartigen mittleren, $d$, im Würfel doppelt so grofs als die analoge im Octaëder $\left(a\sqrt{2} = 2 \times \frac{a}{\sqrt{2}}\right)$ und eine der 4 gleichartigen, $p$, im Würfel dreimal so grofs, als die analoge im Octaëder $\left(a\sqrt{3} = 3 \times \frac{a}{\sqrt{3}}\right)$. Und daraus folgt wiederum, dafs, wenn wir die Ausdrücke unsers obigen Zeichens dem gemäfs verändern wollten, dafs wir als Einheit in den Dimensionen $d$ und $p$ die Gröfsen nähmen, welche sich auf den Würfel, statt auf das Octaëder, beziehen, die ganze Veränderung der Coëfficienten unsres Zeichens darin bestehen würde, dafs sämmtliche Zähler 2 und 3 sich in 1 verwandelten, und also 1 der gemeinschaftliche Zähler aller Brüche unsers Schema's würde, während die Nenner unverändert die vorigen blieben.

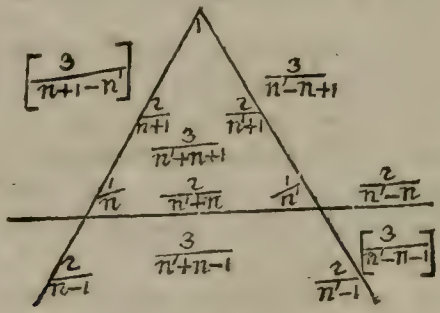
Will man aber unsre Werthe $2d$ und $3p$ unmittelbar in ihrem Verhältnifs gegen $a$ ausdrücken, so hat man ($a = 1$ gesetzt) $2d = \sqrt{2}$, und $3p = \sqrt{3}$; oder man dürfte allen Zählern der Brüche in unserm Schema nur das Wurzelzeichen vorsetzen, so hätte man ihre absoluten Werthe bei der Einheit $= a$.

Für die speciellen Zeichen bestimmter Flächen nun kürzt sich das jetzt in seiner ganzen Allgemeinheit gegebene Zeichen dadurch ab, dafs von den aufserhalb des Dreiecks geschriebenen Werthen nur die einen einer bestimmten Fläche wirklich zukommen, die entgegengesetzten für sie wegfallen; und so reduciren sich die 19 Werthe, denen im allgemeinen Schema der Platz vollständig gebührte, für jedes specielle Zeichen einer bestimmten Fläche, wieder auf die bekannten 13, der Zahl der Dimensionen selbst gleich; ausgenommen etwa die Fälle, wo der zu bezeichnenden Fläche in einer oder mehreren Dimensionen der Werth des Unendlichen

zukommt, und wo das Zeichen des Unendlichen, $\infty$, mit gleichem Rechte auf die Seite der einen, wie der entgegengesetzten Hälfte dieser Dimension zu setzen seyn wird.

Wir verfahren ferner bei dem speciellen Gebrauch solcher Zeichen, der Bequemlichkeit und Gleichförmigkeit wegen, immer so, dafs allemal die gröfste (jedoch endliche), oder die gröfsten, wofern 2 sich gleich sind, der drei Grunddimensionen $a$ in der Einheit genommen werden.

Aufserdem setzen wir $n' > n$ (den Fall $n' = n$ mitbegriffen), d. i. wir nehmen $\frac{1}{n'}$ als den kleinsten der 3 Werthe in den Grunddimensionen, $\frac{1}{n}$ als den mittleren, 1 als den gröfsten, wie bei der oben gegebenen Demonstration unsers allgemeinen Schema's. Die Voraussetzung ist also diese, $n' \geq n \geq 1$; und unter derselben vereinfacht sich das obige allgemeine Schema folgendergestalt:

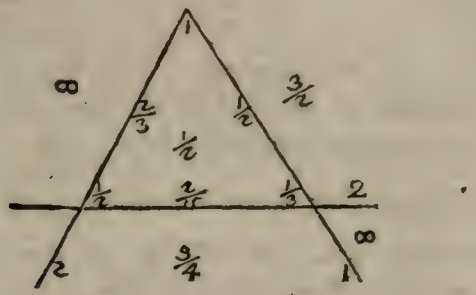



weil nämlich, wenn $(n'-n) > 1$, das untere der beiden sich entgegengesetzten (eingeklammerten) Glieder des Zeichens, $\frac{3}{n'-n-1}$, wenn aber $(n'-n) < 1$, das obere gilt, so wie, wenn $n'-n = 1$, beide $= \infty$ werden.

Die vielfältigen Vortheile, welche ein solches ausführlicheres Zeichen jeder Fläche gewährt, werden an Beispielen sich am bequemsten erläutern lassen. Wir wählen zuförderst solche, bei welchen die Werthe in den 3 Grunddimensionen, 1, $\frac{1}{n}$, und $\frac{1}{n'}$ sämmtlich von einander verschieden, und jeder ein endlicher ist, wo also eine Fläche bezeichnet wird, welche, gleichförmig für alle gleichartige Dimensionen genommen, so viele ihr gleichar-

tige Flächen es geben kann (d. i. 48), ein Hexakis-Octaëder (einen Sechsmal-Achtflächner) umgrenzt.

Es sey also zuförderst die Fläche $\overline{|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a|}$ *); so wird ihr ausführliches Zeichen dieses:




Aus diesem Zeichen ergiebt sich sogleich:

1) dafs die bezeichnete Fläche in eine Diagonalzone des Octaëders fällt. Dies ist lesbar aus der Folge der Glieder des Zeichens $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$; die Gleichheit dieser 3 so sich folgenden Coëfficienten zeigt 3 Punkte an, welche sich in einer Linie verbinden, die einer der Diagonalen einer Octaëderfläche **) parallel geht; die Diagonale selbst würde durch die Reihe der Coëfficienten 1, 1, 1 an den nämlichen Stellen des Zeichens ausgedrückt werden. Weil nun eine solche Linie unsrer Fläche angehört, oder ihr parallel ist, so gehört die Fläche in diejenige Diagonalzone des Octaëders, deren Axe die angegebene Linie ist; denn alle Flächen eines Systemes, welche einer bestimmten Axe einer Zone desselben parallel gehen, gehören dieser Zone an. Welche Diagonalzone es ist, in die die bezeichnete Fläche fällt (unter den 12 Diagonalzonen, die das Octaëder hat), das weist wieder die Stellung der Glieder $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ in Bezug auf die gegebnen Werthe der Fläche in den drei Grunddimensionen deutlich nach.

Diese Eigenschaft der geschriebenen Fläche ist eine Folge davon, dafs $n' + 1 = 2n$; überall wo dies Statt findet, gehört die bezeichnete Fläche in die nämliche Diagonalzone des Octaëders. Aehnliche Gleichungen

*) In den Fig. 4. und 6. ist eben dieses Verhältnifs für die Fläche *Abc* angenommen worden.

**) Eine Diagonale der Octaëderfläche nennen wir eine Linie aus der Ecke derselben in der Mitte der gegenüberliegenden Seite gezogen.

erhält man für die Fälle, wenn die bezeichnete Fläche in andere Diagonalzonen des Octaëders gehört.

2) ergiebt sich aus den Werthen ∞ an den Stellen, wo sie im Zeichen der Fläche vorkommen: dafs die bezeichnete Fläche einer der kleinsten Octaëderdimensionen $p$, und zwar derjenigen, welche in Bezug auf die verschiedenen Grunddimensionen die Stellung nachweist, parallel geht *).

Die kleinste Octaëderdimension aber geht parallel der Kante des Granat-Dodekaëders. Folglich gehört die bezeichnete Fläche zugleich in eine Kantenzone des Granatoëders. Und ist es die Fläche eines Achtundvierzigflächners (wie allemal, wenn 1, $\frac{1}{n}$, $\frac{1}{n'}$ alle verschieden unter sich, und alle endlich sind), so mufs sie als Zuschärfungsfläche der Kante des Granatoëders erscheinen, also einem Pyramiden-Granatoëder angehören, d. i. einem Körper, der als ein Granatdodekaëder gedacht werden kann, auf dessen Flächen vierseitige Pyramiden sich erheben, deren Grundflächen die Granatdodekaëderflächen sind; s. Fig. 8.

Je zwölf Flächen des Körpers werden einer und derselben kleinsten Octaëderdimension parallel gehen, und also in die Stellung gebracht, wo eine solche kleinste Octaëderdimension als Axe betrachtet wird, (wie, wenn das Granatdodekaëder als sechsseitige Säule u. s. f. genommen wird) d. i. in die rhomboëdrische Stellung des Systemes gebracht, als Seitenflächen einer 12seitigen Säule mit abwechselnd stumpferen und schärferen Seitenkanten (d. i. einer 6- und- 6-kantigen Säule) angesehen werden können.

Nicht allein durch die Werthe des ∞ an den obigen Stellen des Zeichens spricht sich in demselben die Eigenschaft aus, dafs die Fläche in die Kantenzone des Granatoëders gehört, sondern auch durch die endlichen Verhältnisse, wie 1 : $\frac{3}{2}$ : 2 an den Stellen, wo sie das Zeichen hat. Die zwei Glieder 1, und $\frac{3}{2}$ in der Stellung, wie man sie gegen einander sieht, drücken schon zwei Punkte, als der Fläche zugehörig, aus, welche, verbunden in eine Linie, diese Linie geben parallel der Kante des Granatdodekaëders. Je zwei solche Glieder bestimmen das 3te, und die übrigen, welche mit ihnen in einer und derselben Ebne liegen; die Endpunkte der letzteren fallen in die Verlängerung der durch die Endpunkte der bei-

*) Wir haben bereits bemerkt, dafs diese Eigenschaft dann eintritt, wenn $n'-n=1$.

den ersten gezogenen Linie. Und so ist mit dem Verhältnifs der Coëfficienten zweier Glieder wie *a* und *v* (Fig. 2.) = 1 : $\frac{3}{2}$ nothwendig verbunden, dafs das folgende Glied *m* den Coëfficienten 2, und das dann folgende *r* den Coëfficienten ∞ bekommt.

Von dem vierfachen Verhältnifs 1 : $\frac{3}{2}$ : 2 : ∞ für die bestimmten Glieder des Zeichens mag übrigens gegeben seyn, welches von je zweien es wolle, z. B. das der Coëfficienten von *a* und *m* (Fig. 2.), so folgen die übrigen mit Berücksichtigung der einem jeden zugehörigen Stelle; und aus dem Verhältnisse der Coëfficienten von *a* und *m* = 1 : 2 würde wieder die Eigenschaft, von welcher die Rede ist, unmittelbar entnommen werden können, eben so wie aus dem Verhältnifs der Glieder *a* und *v* = 1 : $\frac{3}{2}$.

Unser Zeichen giebt sogar das Verhältnifs 1 : $\frac{3}{2}$ : 2 : ∞ zwischen 4 auf die beschriebene Weise auf einander folgenden Gliedern nicht ein-, sondern dreimal. Das Verhältnifs $\frac{1}{3}$ : $\frac{1}{2}$ : $\frac{2}{3}$ : ∞, welches die Exponenten der Glieder zeigen, welche die Stellung derer *c*, *p*, *d*, *q*, (Fig. 2.) haben, ist, wie man sieht, das nämliche; und das Verhältnifs $\frac{1}{2}$ : $\frac{3}{4}$ : 1 : ∞ zwischen den Gliedern, welche die Stellung von *b*, *s*, *h*, *r* (Fig. 2.) haben, ist es ebenfalls. Jedoch zeigt diese dreimalige Wiederholung der ganzen Verhältnifsreihe hier keineswegs an, dafs die Fläche in drei verschiedene Kantenzonen des Granatoëders fiele, (was eine innere Unmöglichkeit wäre) sondern die drei Reihen geben jede die Lage einer Linie an, welche den durch die beiden andern gegebenen parallel wird; was übrigens wieder nur bei diesem Werthe der Glieder eintritt.

Es ist im Gegentheil noch bemerkenswerth, dafs bei unsrer obigen Voraussetzung $n' > n > 1$, von den vier verschiedenen Kantenzonen des Granatoëders, welche es giebt (von den 24 Kanten dieses Körpers sind immer je 6 sich parallel), nur die vergleichungsweise so liegende Kante es seyn kann, welche in unsre zu bezeichnende Fläche fällt, und es ist leicht zu erweisen, dafs, wenn man sich die Richtung der drei übrigen verschiedenlaufenden Granatoëderkanten construiren will, wie sie von dem Punkte *a* (Fig. 2.) gegen *t*, *q* oder *p* hinlaufen würden, unter den obigen Bedingungen keine von ihnen in die zu bezeichnende Fläche fallen kann, man nehme *n* und *n'* (ohne ihre Stellen im Zeichen zu verändern), in welchem Werthe man will.

3) Wie der Sechsmal-Achtflächner zu construiren ist, welcher von

der bezeichneten Fläche umgrenzt wird, ergiebt sich aus dem Zeichen jedesmal sehr leicht. Unter der Voraussetzung, welche wir oben gemacht haben, dafs $n' > n > 1$, sind nämlich die kleinsten Gröfsen in den dreierlei Dimensionen $a$, $d$ und $p$ (Fig. 1.) jederzeit die im Zeichen mit $\frac{1}{n'}$, $\frac{2}{n'+n}$ und $\frac{3}{n'+n+1}$ ausgedrückten, d. i. die, welche wir an die Stellen gesetzt haben, wo in Fig. 2. die Buchstaben $c$, $f$ und $p$ sich befinden. In unserm obigen speciellen Falle sind es die Gröfsen $\frac{1}{3}a$, $\frac{2}{5}d$ und $\frac{1}{2}p$. Jede einzelne Fläche aber wird an dem von gleichartigen Flächen symmetrisch gebildeten Körper zur Begrenzungsfläche nur innerhalb des Raumes, welcher zwischen jenen 3 Minimis in den dreierlei Dimensionen eingeschlossen ist; denn nur innerhalb dieses Raumes ist sie dem Mittelpunkt näher, als jede andere. Jenseit dieser Grenzen liegt eine andre ihr gleichartige Fläche dem Mittelpunkt näher, als sie, und verdrängt sie aus der Begrenzung. Die Minima selbst aber sind immer mehreren Flächen gemein, und werden zu Grenzen zwischen diesen am Umrifs des symmetrisch gebildeten Körpers. Daher sind jene kleinsten Gröfsen in den dreierlei verschiedenen Octaëderdimensionen jederzeit die der analogen Dimensionen des zu construirenden Körpers selbst. Nehmen wir nun für ihn die Grunddimensionen $a$ wiederum in der Einheit, erheben wir also das $\frac{1}{n'}a$ auf $a$, so sind die andern beiden auch mit $n'$ zu multipliciren, und das Verhältnifs der ersteren zu den zwei andern ist $= a : \frac{2n'}{n'+n} d : \frac{3n'}{n'+n+1} p$; in unserm speciellen Fall $\frac{1}{3}a : \frac{2}{5}d : \frac{1}{2}p = a : \frac{6}{5}d : \frac{3}{2}p$; oder: wenn für die Construction des neuen Körpers das reguläre Octaëder zum Grunde gelegt wird, so müssen die mittleren Octaëderdimensionen $d$ um $\frac{1}{5}$, im allgemeinen um $\frac{n'-n}{n'+n}$ ihrer selbst, die kleinsten Octaëderdimensionen müssen im obigen speciellen Falle um $\frac{1}{2}$ ihrer selbst, im allgemeinen um $\frac{2n'-n-1}{n'+n+1}$ ihrer selbst verlängert werden, so entsprechen sie den analogen Dimensionen des gesuchten Hexakisoctaëders; es dürfen also nur von den Ecken des zum Grunde ge-

gelegten Octaëders die Linien nach den ihnen zunächst liegenden je vier Endpunkten der verlängerten mittleren und eben so vielen der verlängerten kleinsten Octaëderdimensionen gezogen werden, so sind dies die Kanten des gesuchten Körpers, und das Hexakisoctaëder ist construirt.

4) Die Winkel, welche die Kanten des neuen Körpers (Fig. 8.) gegen die Axen desselben, so wie die, welche die Flächen desselben unter einander bilden, lassen sich aus dem Zeichen auch gröfstentheils unmittelbar entnehmen.

1. Es wird nämlich für die Neigung der gebrochenen Octaëderkante *) $EA$ (Fig. 8.) gegen die Axe $AA'$,

$$\sin : \cos = \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a = n' : n \quad |$$

2. für die Neigung der Granatoïdkante $OA$ gegen dieselbe Axe $AA'$

$$\sin : \cos = \frac{2}{n+1} d : \frac{1}{n'} a = n'\sqrt{2} : n+1$$

3. für die Neigung der gebrochnen Würfelkante $OE'$ gegen die Axe $AA'$

$$\sin : \cos = \frac{2}{n'+n} d : a = \sqrt{2} : n'+n$$

Die Cosinusse sind unmittelbar evident; die Sinusse aber sind allemal diejenigen Werthe des Zeichens, welche in den von den Kanten angegebenen Richtungen senkrecht auf jenen Cosinussen sind; daher bei *n.* 1. das $\frac{1}{n}a$, welches senkrecht ist auf $\frac{1}{n'}a$, in der Richtung von $\frac{1}{n'}a$ über

*) Wir bedienen uns hier zur Bezeichnung der dreierlei Kanten des Hexakis-Octaëders derjenigen leicht verständlichen Ausdrücke, welche wir für sie in der Theorie des sphäroëdrischen Systemes überhaupt einzuführen am schicklichsten halten. Je zwei Kanten wie $AE$, $EA'''$ entsprechen einer getheilten (gebrochenen) Octaëderkante $AA'''$; je zwei Kanten wie $OE$, $EO'$ einer getheilten Würfelkante $OO'$; und die Kanten wie $AO$, $AO'$, $OA'''$, $O'A'''$ u. s. f. liegen immer analog, in unserm Beispiele eines Pyramiden-Granatoëders sogar genau parallel, den Kanten des Granatoëders; daher nennen wir sie allgemein Granatoïdkanten. Die dreierlei Ecken $A$, $O$ und $E$ nennen wir Octaëderecken, Würfelecken und mittlere Leucitecken, oder mittlere schlechtweg. Von einer Octaëdereecke nach einer mittleren geht die gebrochene Octaëderkante; von einer Würfelecke nach der mittleren, die gebrochene Würfelkante; und von einer Octaëder- zur Würfelecke die Granatoïdkante.

$\frac{2}{n'+n}d$ hinweg; bei *n.* 2. ist es $\frac{2}{n+1}d$, als das von $\frac{1}{n'}a$ in der Richtung über $\frac{3}{n'+n+1}p$ hinweg folgende, auf dem $\frac{1}{n'}a$ senkrechte; bei *n.* 3. das von $a$ in der Richtung über $\frac{3}{n'+n+1}p$ hinweg folgende, auf $a$ senkrechte.

4. Die halbe Neigung der Flächen gegen einander in der gebrochenen Octaëderkante $AE$, d. i. die Neigung einer Fläche wie $AEO$ gegen eine Ebne $AEA'$ hat zum Sinus das $1a$ des Zeichens, während der Cosinus ist das Perpendikel in einem rechtwinklichen Dreieck, dessen Katheten $= \frac{1}{n}a$ und $\frac{1}{n'}a$, aus dem rechten Winkel auf die Hypothenuse gefällt; daher

$$\sin : \cos = a : \frac{a}{\sqrt{n'^2+n^2}} = \sqrt{n'^2+n^2} : 1$$

5. Die halbe Neigung der Flächen in der Granatoïdkante $OA$, d. i. die Neigung einer Fläche wie $AOE$ gegen die Ebne $AOE'A'$, hat zum Sinus das $\frac{2}{n-1}d$ des Zeichens, als das auf der Ebne, welche durch $\frac{1}{n'}a$ und $\frac{2}{n+1}d$ gelegt wird, senkrechte, während der Cosinus das Perpendikel ist in dem rechtwinklichen Dreieck, dessen Katheten $= \frac{2}{n+1}d$ und $\frac{1}{n'}a$, aus dem rechten Winkel auf die Hypothenuse gefällt, d. i.

$$\sin : \cos = \frac{\sqrt{2}}{n-1} : \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2n'^2+(n+1)^2}} = \sqrt{2n'^2+(n+1)^2} : n-1$$

6. Für die halbe Neigung der Flächen gegen einander in der gebrochenen Würfelkante $EO$, d. i. für die Neigung einer Fläche $AOE$ gegen eine Ebne $EOA''$ ist der Sinus das $\frac{2}{n'-n}d$ des Zeichens, d. i. das Glied, welches auf dem $1a$ und dem $\frac{2}{n'+n}d$ gemeinschaftlich senkrecht ist, (durch deren letzterer beider Endpunkte die (verlängerte) gebrochene Würfelkante geht); der Cosinus ist wieder das Perpendikel in dem rechtwinklichen

Dreieck, dessen Katheten $1a$ und $\frac{2}{n'+n}d$, aus dem rechten Winkel auf die Hypothenuse gefällt. Daher

$$\sin : \cos = \frac{\sqrt{2}}{n'-n} : \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(n'+n)^2+2}} = \sqrt{(n'+n)^2+2} : n'-n$$

Man sieht hieraus schon zur Gnüge, wie in unserm ausgeführten Zeichen der Fläche die Eigenschaften, welche dem von ihr begrenzten Körper zukommen, schon gröfstentheils ausgesprochen sind; und allerdings lassen sich aufser den eben angeführten noch viele andere mit gleicher Leichtigkeit und Allgemeinheit aus dem Zeichen entnehmen.

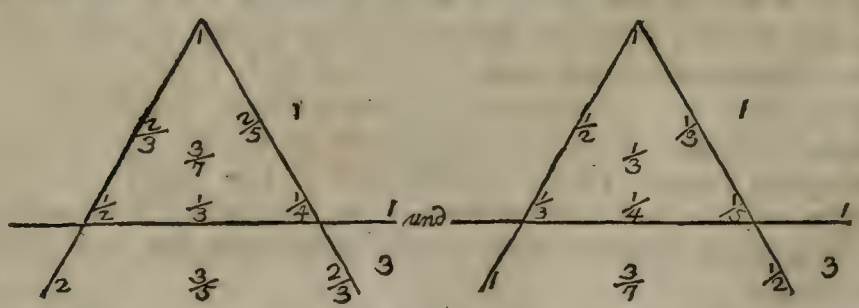
Ist man z. B. mit einzelnen Zweigen der Theorie schon vertrauter, so liest man ohne Mühe aus dem Zeichen unter andern, dafs unsre obige Fläche $\overline{|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a|}$, in der Diagonalzone des Octaëders genommen, in welcher sie liegt, die Fläche mit verdoppeltem Sinus (bei gleichem Cosinus) ist, verglichen mit derjenigen, welcher in dieser Zone der einfache Sinus beizulegen ist; und zwar liest man dies aus dem Werthe 1 an der Stelle des *h* (Fig. 2.), an welcher der mit ihr verglichenen Fläche bei den Werthen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ in *b*, *p*, *e* (Fig. 2.) $\frac{1}{2}$ zukommen würde; ferner dafs sie in der Kantenzone des Granatoëders genommen die Fläche mit 3fachem Sinus bei gleichem Cosinus ist, d. i. die nämliche, welche beim Granat als Zuschärfungsfläche der Kante des Granatoëders vorzukommen pflegt, die nämliche, die bei Haüy, wenn das Granatdodekaëder als primitive Form zum Grunde gelegt, und dessen Kante *B* genannt wird, mit $\overset{2}{B}$ bezeichnet wird; dies lesen wir aus dem Werthe 2 an der Stelle des *i* (Fig. 2.) verglichen mit den Werthen $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ an den Stellen *c*, *p*, *d*, (Fig. 2.); der Granatdodekaëderfläche selbst, auch durch diese Punkte $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ gelegt, würde in *i* der Werth $\frac{2}{3}$ statt 2 zukommen. Die vollständigere Entwickelung dieser Eigenschaften aus dem Zeichen, in welchem sie wirklich unmittelbar gelesen werden können, würde uns indefs hier zu weit führen, und wir begnügen uns hier bemerklich zu machen, wie bei gröfserer Vertrautheit mit der Theorie die Vortheile dieser Zeichen im Gebrauch sich noch sehr vervielfältigen.

5) Erwähnen wollen wir noch, wie aus den beiden Gliedern des Zeichens 1 und $\frac{1}{2}$, in der Stelle von *a* und *b* (Fig. 2.) unmittelbar zu er-

kennen ist, dafs die bezeichnete Fläche auch in die Diagonalzone einer Schwefelkiesdodekaëderfläche gehört, zumal da dies schon in unsrem einfacheren Zeichen der Fläche $|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a|$ eben so deutlich schon geschrieben steht. Das Zeichen der Schwefelkiesdodekaëderfläche nämlich ist $|a : \frac{1}{2}a : \infty\, a|$.

Es ist aber die Fläche, von welcher wir hier das specielle Beispiel gewählt haben, in der That identisch mit der, welche beim Schwefelkies so gern vorkömmt als Abstumpfungsfläche der Kante zwischen Pentagon-Dodekaëderfläche und Octaëderfläche; eine Lage, welche ihr darum zukommt, weil sie in die Diagonalzone des Octaëders gehört, und in dieser zwischen der Octaëderfläche und der gleichfalls in dieselbe Zone gehörigen Schwefelkiesdodekaëderfläche liegt; mit einem Worte, es ist die in den Haüy'schen Abbildungen (Taf. LXXVII. Fig. 152. 153. u. s. f.) mit *f* bezeichnete Fläche, von welcher man, ohne dafs uns die Methode der Bezeichnung darauf geführt hätte, schwerlich möchte geahndet haben, dafs sie identisch sey mit der Fläche *s* beim Granat (Taf. XLVI. Fig. 58.), oder dafs ihr die erwähnten Eigenschaften alle zukämen.

Die von Haüy im *Tableau comparatif* unter *fer sulfuré parallélique* beschriebnen, und in Fig. 60. pl. IV. des genannten Werkes mit den Buchstaben *s* und *n* bezeichneten neuen Flächen des Schwefelkieses können uns zu ferneren Beispielen dienen. Unsre einfachen Bezeichnungen beider Flächen würden seyn: $s = |a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a|$ und $n = |a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a|$. Die ihnen entsprechenden ausführlicheren Zeichen wären daher:




Beide Zeichen geben durch die Glieder 1, 1, 1 an den Stellen *a*, *s*, *n* (Fig. 2.) wieder sogleich zu erkennen, dafs auch diese Flächen in eine

Diagonalzone des Octaëders gehören; und aus der Vergleichung der Werthe an den Stellen *f* mit jenen in *a*, *v* und *m* ersieht man auch sogleich, dafs erstere die Fläche mit $\frac{5}{3}$ Sinus bei gleichem Cosinus, d. i. mit 5fachem Cosinus bei gleichem Sinus, letztere aber die mit 4fachem Cosinus bei gleichem Sinus in jener Diagonalzone ist, verglichen immer mit derjenigen Fläche, welcher in der Diagonalzone des Octaëders der einfache Sinus bei einfachem Cosinus entspricht; und welche an der Stelle *f* den gleichen Coëfficienten haben würde, wie an den Stellen *a*, *v* und *m*.

Aufserdem bietet das erstere Zeichen, was das Fallen der Fläche in andere Zonen des Systemes betrifft, noch die zwei merkwürdigen Eigenschaften unmittelbar dar, welche schon in dem kurzen Zeichen $\overline{|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a|}$ klar sich aussprechen, nämlich dafs die bezeichnete Fläche in zwei verschiedene Diagonalzonen des Schwefelkiesdodekaëders zugleich fällt. Denn was schon bei dem vorigen Beispiele das Verhältnifs $a : \frac{1}{2}a$ aussprach, das wird hier noch durch das Verhältnifs $\frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a = a : \frac{1}{2}a$ in Bezug auf eine anders liegende Diagonale einer Schwefelkiesdodekaëderfläche zum zweitenmale ausgesprochen.

Sucht man das dieser Fläche zugehörige Hexakis-Octaëder, so findet man leicht, das es dasjenige ist, bei welchem die mittleren Octaëderdimensionen um $\frac{1}{3}$, und die kleinsten um $\frac{5}{7}$ ihrer selbst verlängert werden, während die gröfsten die unveränderten des Octaëders bleiben; und die Winkel desselben nach den allgemeinen beim vorigen Beispiel unter N. 4. angegebenen Formeln.

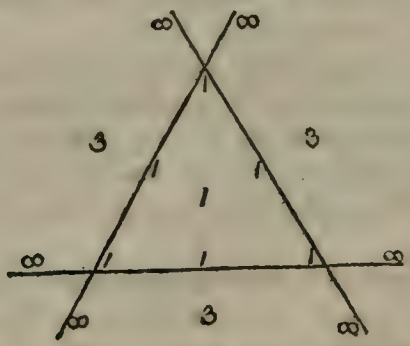
Das letztere der beiden Zeichen giebt noch eine neue Merkwürdigkeit durch die Reihe $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$ seiner, wie *b*, *p*, *e*, (Fig. 2.) liegenden Glieder. Aus dieser Reihe geht wieder hervor, dafs die Fläche noch in eine andre Diagonalzone des Octaëders fällt, als in diejenige, welche durch die vorige Reihe 1, 1, 1 bezeichnet war. Die Fläche $\overline{|a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a|}$ also fällt in zwei verschiedene Diagonalzonen des Octaëders, deren Lage gegen einander das Zeichen wiederum nachweist; und sie ist in der einen die mit $\frac{3}{2}$fachem Sinus (bei gleichem Cosinus), während sie in der andern die mit 4fachem Cosinus bei gleichem Sinus ist. Das erstere geht aus dem Werthe des Coefficienten an der Stelle *h* (Fig. 2.), verglichen mit denen von *b*, *p*, *e*, das zweite aus dem des Coëfficienten an *f*, verglichen mit denen in *a*, *v*, *m*, hervor. Durch das Fallen in zwei so gegen einander

liegende Diagonalzonen des Octaëders würde die Lage der Fläche, ohne dafs mehr für sie gegeben wäre, wieder geometrisch fest bestimmt seyn.

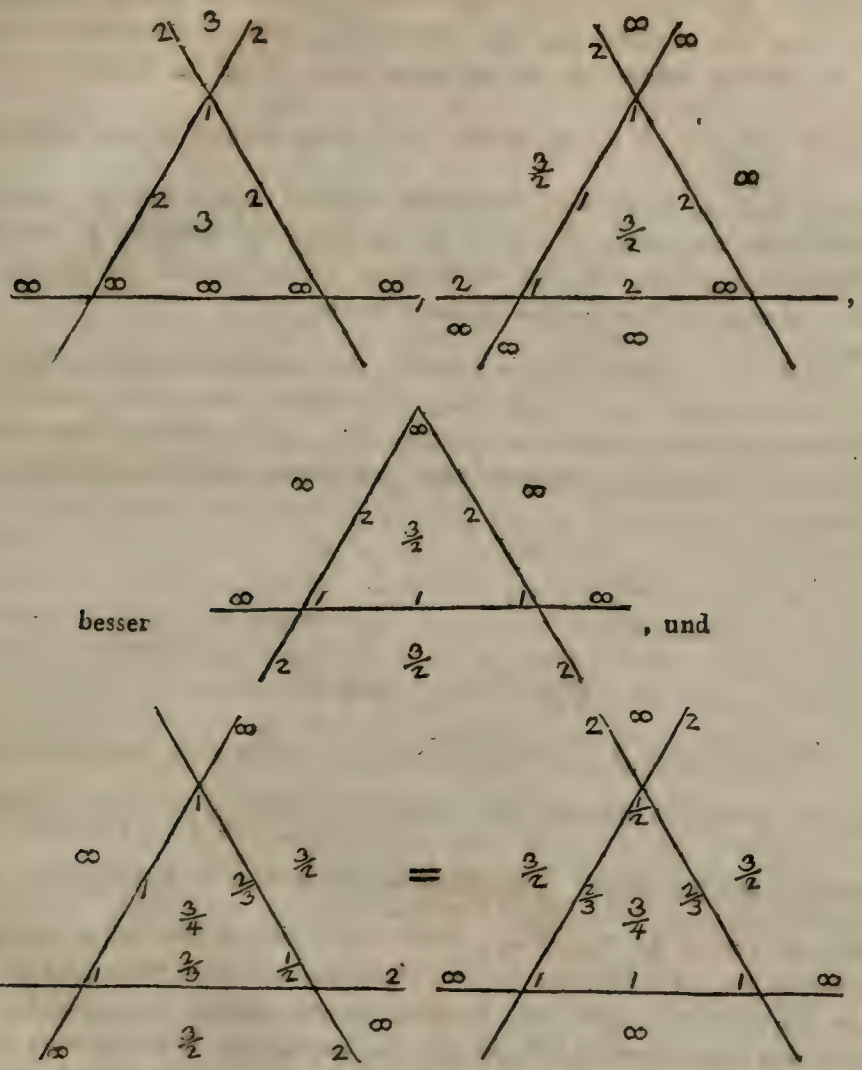
Wollen wir das Hexakisoctaëder construiren, welches dieser Fläche angehört, so giebt unser Zeichen an, dafs es dasjenige ist, bei welchem die mittleren Octaëderdimensionen um $\frac{1}{4}$, und die kleinsten um $\frac{2}{3}$ ihrer selbst verlängert werden.

Es würde unnöthig seyn, mehr hinzuzufügen, um die Vortheile, die der Gebrauch unsrer ausführlicheren Zeichen der Flächen verschaft, einleuchtend zu machen.

Der Vollständigkeit halber will ich indefs noch die den bekanntesten und wichtigsten Flächen des Systemes zugehörigen Zeichen dieser Art hersetzen: des Octaëders, des Würfels, des Granatoëders und des Leucitoëders, wenn es gleich hier nicht sowohl um des Nutzens, als vielmehr um der Consequenz willen geschieht, die analogen Zeichen dieser Flächen aufzustellen. Das Zeichen der Octaëderfläche wird, überaus symmetrisch, dieses:




Die der Würfelfläche, Granatoëderfläche und Leucitoëderfläche folgende:




Man sieht, wie beim Zeichen der Würfelfläche die Glieder um die Spitze des Dreiecks *a* mit dem Exponenten 1 symmetrisch geordnet sind, und beim Zeichen der Granatoëderfläche um eine Seite des Dreiecks mit den Gliedern 1, 1, 1, welche eine Linie parallel der Octaëderkante andeuten, deren gerade Abstumpfungsfläche die Granatoëderfläche ist.

Auch ohne unsre besondre Erinnerung versteht es sich übrigens von selbst, dafs die Absicht bei der Einführung dieser ausführlicheren Zeichen der Flächen keineswegs ist und seyn kann, sie an die Stelle der kürzeren wie $\left|a:\frac{1}{n}a \;:\; \frac{1}{n'}a\right|$ zu setzen. Zu einem immer wiederkehrenden Gebrauch sind sie keineswegs bestimmt, sondern dafür: ein für allemal auch ihrerseits aufgestellt zu seyn, um an ihnen das Studium zu erleichtern und zu ergänzen; für das wiederholte bloſse Nennen der gemeinten Flächen können nur die kurzen Zeichen dienen.

Will man wissen, wie am Octaëder die bezeichnete Fläche liegt, so findet sie sich, fürs erste, durch diejenige Ecke gelegt, in welche die Grunddimension sich endigt, in welcher wir unsrer Fläche den relativ gröfsten Werth $= 1a$ beilegten, aus folgendem bildlichem Schema ersichtlich:

$$\begin{array}{ccccc} & 1B & & 1B & \\ \frac{n-1}{n'+n}B & & A & & A' \quad \frac{n'-1}{n'+n}B \\ & \frac{n-1}{n'+1}B & & \frac{n'-1}{n'+1}B & \end{array}$$

Hier bedeutet $A$ die Octaëderecke, in welche sich diejenige Grunddimension endigt, in welcher der Fläche der Werth $\frac{1}{n}$, und $A'$ diejenige, in welcher ihr der Werth $\frac{1}{n'}$ beigelegt ist; $B$, $B$ u. s. f. bedeuten die verschiedenen Kanten des Octaëders, welche an diesen beiden Ecken anliegen, mit Ausnahme der von einer derselben zur andern selbst hinlaufenden; die neben den Kanten befindlichen Exponenten bezeichnen aber die Stücke, welche von den Kanten durch die auf die angegebene Weise gelegte Ebne weggeschnitten werden. Rückt man diese Ebne, sich selbst parallel, so weit fort, bis sie, indem sie die Ecke $A'$ noch wegschneidet, die Ecke $A$ bloſs noch berührt, so werden die 4 Stücke, welche von den Kanten abgeschnitten werden, die die weggeschnittene Ecke $A'$, einschlieſsen, in folgendem Schema dargestellt seyn:

$n'$

$$\frac{n'-n}{n'-1}B$$

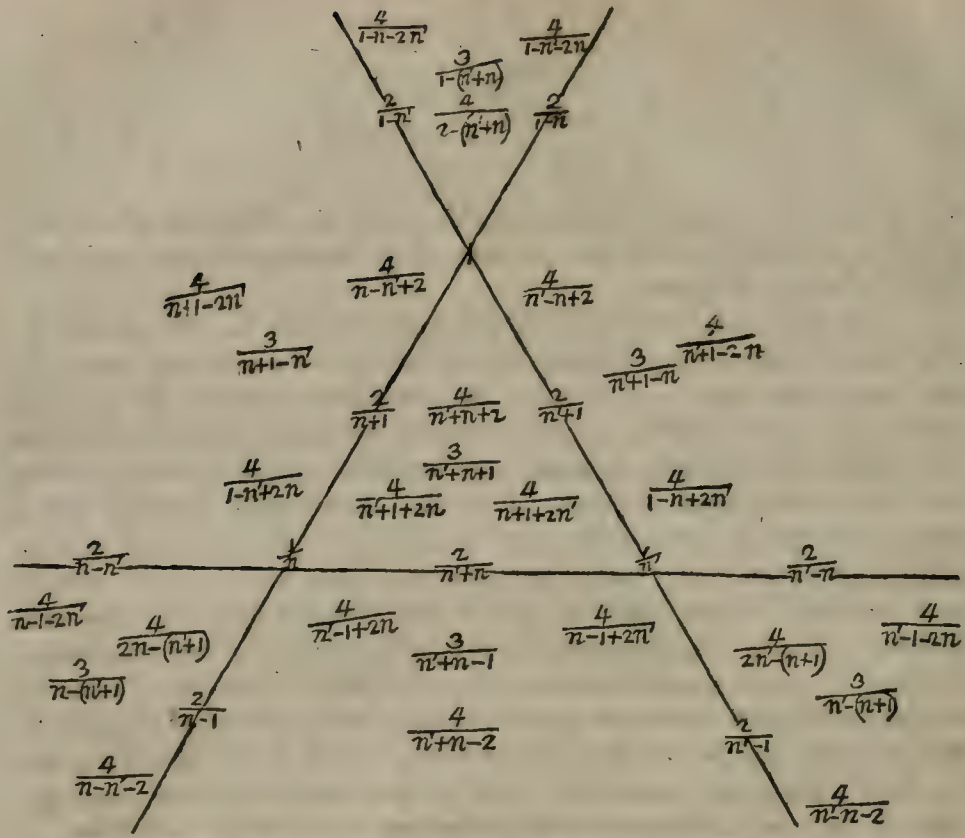
$$1B \quad A' \quad \frac{n'-n}{n'+n}B$$

$$\frac{n'-n}{n'+1}B$$

und hieraus ist es leicht, wenn man will, auch die Haüy'sche decrescenzartige Bezeichnung der Fläche, so weit diese überhaupt nicht noch willkührlich bleibt, zu finden.

Ich habe ausserdem noch die allgemeine Formel für die verschiedenen Werthe aufgesucht, welche in den 12 auf den Leucitflächen senkrechten Dimensionen einer auf die obige Art bezeichneten Fläche des Systemes zukommen. Diese 12 Dimensionen liegen in der Mitte zwischen je zweien der mittleren Octaëderdimensionen, und zugleich zwischen einer gröfsten und einer benachbarten kleinsten; z. B. Fig. 2. zwischen *d* und *e*, und *p* und *a*; zwischen *e* und *f*, und *p* und *c*; zwischen *e* und *m*, und *c* und *v*; zwischen *f* und *h*, und *c* und *s*; zwischen *m* und *h*, und *c* und *r*; endlich auch zwischen solchen Gliedern wie *r* und dem entgegengesetzten von *b*, und *m* und dem entgegengesetzten von *d*; oder zwischen *r* und dem entgegengesetzten von *a*, u. *h* und dem entgegengesetzten von *d*; die Stellen der letzteren würden im Zeichen zu suchen seyn zwischen *r* und der Verlängerung von *pv* über *v* hinaus (ins unendliche) und zwischen *m* und der Verlängerung von *pcr* über *r* hinaus ins unendliche; eben so zwischen *r* und der Verlängerung von *ps* über *s*, und zwischen *h* und der von *pr* über *r* ins unendliche.

Es sind von den 12 neuen Dimensionen wieder die entgegengesetzten Hälften einer jeden zu unterscheiden. Nur 3 von ihnen sind nothwendig positiv, wenn *a*, $\frac{1}{n}a$, und $\frac{1}{n'}a$ als positiv gegeben sind, und haben ihre Stellen innerhalb des Dreiecks (Fig. 2.), nämlich die zwischen *d* und *e*, *e* und *f*, und *d* und *f* fallenden; nur von diesen dreien bedarf es also im Zeichen keiner Stellen für die ihnen entgegengesetzten; für alle übrigen mufs das Zeichen die entgegengesetzten Hälften unterscheiden, und es müssen daher 21 Stellen für die sämmtlichen neuen Glieder vorhanden seyn. Folgendes Schema giebt sie neben den früheren mit allen auszudrükkenden Werthen:



Die Einfachheit des Gesetzes für die Werthe der neuen Glieder, welche sich durch die Zähler 4 auszeichnen, entspricht vollkommen der des früheren Schema's für die älteren Glieder. Die Einheit der neuen Dimension, welche $l$ heifsen möge, und mit welcher alle die neuen Coëfficienten zu multipliciren seyn werden, ohne dafs die Beifügung der Buchstaben zu ihnen im Zeichen nothwendig schien, ist die Linie aus dem Mittelpunkt der Construction nach einer Mitte einer Diagonale der Octaëderfläche ($a$ als halbe grofse Axe des Octaëders genommen), d. i. von $C$ (Fig. 4.) nach der Mitte einer Linie $AF$, oder $EG$ oder $DO$ u. s. f. *), als

*) Daher ist zugleich die neue Dimension parallel einer Diagonale der Octaëderfläche, wie z. B. $Cz$ (Fig. 7.) wenn $z$ die Mitte von $AM$, parallel ist mit $AM'$ u. s. f.

welche zugleich die Mitten sind von Linien wie *DG*, *DF* oder *GF*. Eine solche Linie — wir wollen sie hier *Cl* nennen — d. i. die Einheit in der auf der Leucitfläche senkrechten Dimension, ist gleich der halben Diagonale wie $AF$ *) $= (\frac{1}{2}.\sqrt{\frac{1}{2}})\ a = \sqrt{\frac{3}{8}}\ a$, oder $= \sqrt{\frac{3}{8}}$, wenn $a = 1$ gesetzt ist. Der jedesmalige Coëfficient in einer dieser Dimensionen $l$ ist nun 4, dividirt durch eine Combination der Werthe 1, $n$ und $n'$, positiv oder negativ genommen, zu 4; man mag sich nun diese Combination denken, wie das Schema ausdrücklich geschrieben ist, als Summe des Divisors, welcher dem nächst anliegenden Gliede einer gröfsten Octaëderdimension angehört, zweimal genommen, und des (aus einer Combination von Zweien zusammengesetzten) Divisors des auf jenem rechtwinklichen Gliedes einer mittleren Octaëderdimension, zwischen welchem und jenem erstern das zu bestimmende Glied $l$ liegt, oder auch als Summe der Divisoren beider mittlerer Dimensionsglieder $d$, zwischen welchen das zu bestimmende $l$ liegt, welches gleiches Resultat giebt.

So wie, wenn $a = 1$ gesetzt ist, der Werth $2d$ des Zeichens $= \sqrt{2}$, der Werth $3p = \sqrt{3}$ wurde, so wird jetzt der Werth $4l$, d. i. der gemeinschaftliche Zähler der Werthe der neuen Glieder $= 4\sqrt{\frac{3}{8}} = \sqrt{6} = \sqrt{2.3}$, und liefse sich auch so in das Zeichen setzen, wenn man wollte.

Abgesehen nun von dem Interesse, was für die rein geometrische Betrachtung die Bestimmung aller dieser neuen Werthe hat, deren Demonstration analog der für das erste Schema geführt wird, bietet die Anwendung des so weiter ausgeführten Schema's auch für das Studium der Krystalle wesentliche Vortheile dar. Insbesondre erhalten wir in den neuen Werthen diejenigen Gröfsen, auf denen die Berechnung der Eigenschaften beruht, welche dem Körper in Bezug auf eine einer kleinsten Octaëderdimension parallele Axe, d. i. in der rhomboëdrischen Stellung des Systemes zukommen.

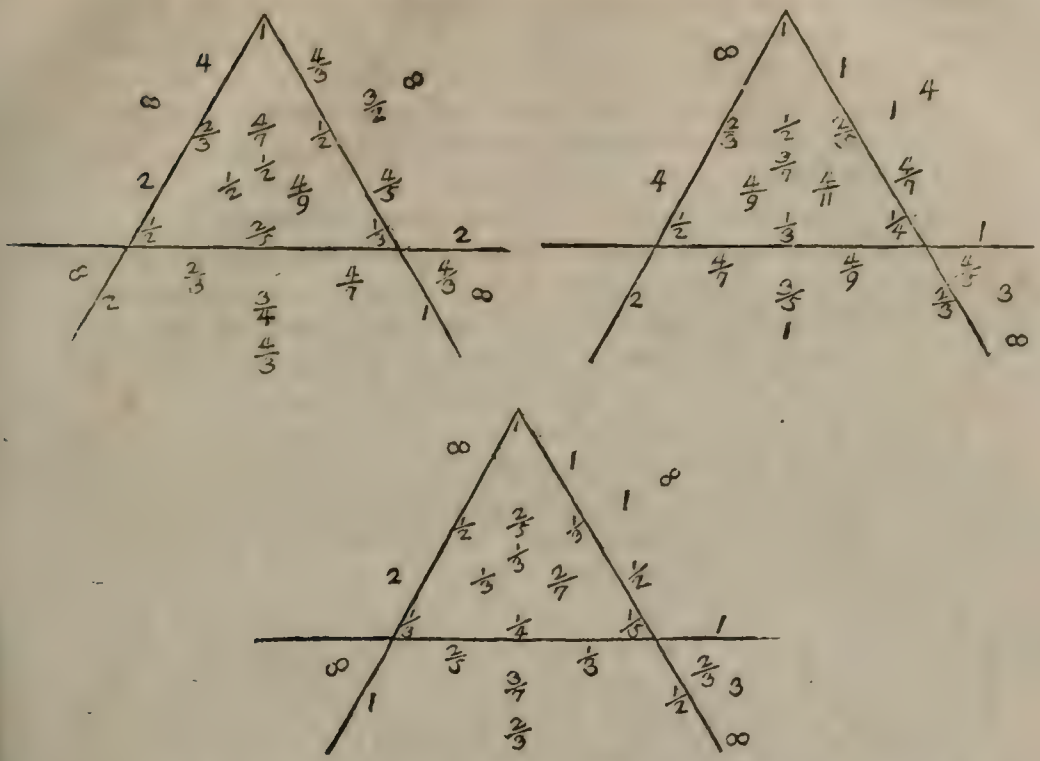
Die Neigung der zweierlei Kanten, wie z. B. $AO$ und $EO$, $A''O$ und $E'O$ u. s. f. (Fig. 8.) gegen eine durch $O$ und die entgegengesetzte Ecke gelegte Axe wird angegeben in unserm Schema durch das Verhältnifs der beiden neuen Glieder $\frac{4}{n'+n-2}$ und $\frac{4}{2n'-(n+1)}$ (unter der früheren

*) Dies ergiebt sich schon daraus, dafs $AC$ und $CF$, $EC$ und $CG$ u. s. f. senkrecht auf einander sind.

Voraussetzung $n' > n > 1$) zu dem Gliede $\frac{3}{n'+n+1}$; denn während in letzterem der gemeinschaftliche Cosinus dieser zweierlei Neigungen liegt, liegen die Sinus für die Kante wie $E'O$ in dem Gliede $\frac{4}{n'+n-2}$, und für die Kante wie $AO$, $A''O$ u. s. f. in dem Gliede $\frac{4}{2n'-(n+1)}$; diese beiden Glieder liegen nämlich, als die mittleren zwischen $i$ und $h$, $h$ und $m$ (Fig. 2.) in der auf der Dimension $p$ (Fig. 2.) senkrechten Ebne, so wie die Glieder $o$, $i$, $h$, $m$, $g$, $k$, selbst, und wie alle die mittleren zwischen je zwei von ihnen; diese alle sind daher auf der Dimension $p$ senkrecht.

Die eben erwähnten beiderlei Neigungen können auch einander gleich werden; dann werden auch die Neigungen der Flächen in den beiderlei Kanten gegen einander gleich, und die 6seitige Pyramide, die ihre Endspitze in $O$ hat, wird den Charakter der 6gliedrigen (quarzähnlichen) statt des einer 3- und- 3-kantigen erhalten; das Schema wird dies sogleich zeigen durch die Gleichheit jener 2 Glieder $\frac{4}{n'+n-2}$ und $\frac{4}{2n'-(n+1)}$; woraus sich wiederum ergiebt, dafs der Fall dann eintritt, wenn $n' = 2n-1$.

Eben diese Eigenschaft wird sich, wenn wir die Zeichen der drei Flächen, deren wir uns oben als Beispiele bedienten, jetzt auch in Bezug auf die auf den Leucitflächen senkrechten Dimensionen ausführen, für die obige Fläche $\overline{|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a|}$ sowohl, als für die $\overline{|a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a|}$ ergeben. In dem für die Fläche $\overline{|a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a|}$ ausgeführten Zeichen dagegen, wo die beiden erwähnten Glieder ungleich sind, ersieht man aus ihrem Unterschiede, in welchem Verhältnifs bei gleichem Cosinus die Sinus der Neigungen der beiderlei die 3- und- 3-kantige Pyramide bildenden Kanten gegen die rhomboëdrische Axe stehen, hier in dem von $1 : \frac{4}{5} = 5 : 4$; und so in allen ähnlichen Fallen. Die drei ausgeführten Zeichen für die genannten Flächen sind nämlich diese:



Die übrigen Folgerungen, welche aus solchen Zeichen entnommen werden können, wollen wir hier nicht weiter entwickeln.

Die Einfachheit des Gesetzes, nach welchem alle die aufgefundenen Werthe in den verschiedenen Dimensionen bestimmt werden, hat mich aufgefordert, diese Betrachtungen auf noch andere Dimensionen auszudehnen, wie z. B. auf diejenigen, welche senkrecht stehen auf den Flächen der Pyramidenwürfel $\overset{2}{B}$ und $\overset{3}{B}$ der Haüy'schen Sprache, d. i. auf den Flächen

$\overline{|a : \frac{1}{2}a : \infty a|}$ und $\overline{|a : \frac{1}{3}a : \infty a|}$, ferner auf den Flächen der niedrigeren Leucitoïde $\overset{3}{A} = \overline{|a : a : \frac{1}{3}a|}$, $\overset{4}{A} = \overline{|a : a : \frac{1}{4}a|}$, u. s. w.; und ich fand, dafs allerdings die Coëfficienten der neuen Dimensionen wurden z. B. $\frac{5}{n'+n+3}$, $\frac{6}{n'+n+4}$, $\frac{8}{n'+n+6}$ u. s. f., als Einheiten immer genommen

die Linien aus dem Mittelpunkt nach denjenigen Punkten in der Oberfläche des Octaëders mit dem Radius $= a$, in welchen die berechneten Dimensionen die Oberfläche des Octaëders schneiden.

Zuletzt will ich noch bemerken, dafs unsre Schemen, die für das sphäroëdrische System ausdrücklich entworfen sind, eine gewisse Anwendung gestatten auch auf diejenigen Systeme, welche zwar auch auf dem Verhältnifs dreier unter einander rechtwinklichen Dimensionen beruhen, wo aber diese Dimensionen nicht unter einander gleich sind, wie beim sphäroëdrischen, sondern verschieden unter einander, entweder nur eine verschieden von den beiden andern, und diese unter sich gleich, welches das viergliedrige System giebt, oder alle drei verschieden, welches das zwei- und-zweigliedrige und die von ihm abgeleiteten Systeme giebt.

Alle Werthe unsrer Schemen sind nämlich ohne Unterschied auch auf diese Systeme anwendbar, sofern wir unter den Dimensionen $d$ und $p$ nicht diejenigen denken, welche auf den Kanten und Flächen des durch die dreierlei rechtwinklichen Dimensionen, (welche wir dann als $a$, $b$ und $c$ unterscheiden) construirten Octaëders senkrecht stehen, sondern diejenigen, welche aus dem Mittelpunkt nach den Mitten jener Kanten und Flächen gezogen werden. Diese Bedingung ist es, aus welcher alle die gegebenen Demonstrationen fliefsen, nicht das Rechtwinklichstehen der Dimensionen $d$ und $p$ auf den Kanten und Flächen des Octaëders. Beim sphäroëdrischen Systeme aber werden die aus dem Mittelpunkt nach den Mitten der Kanten und Flächen des Octaëders gezogenen Linien senkrecht auf denselben, und beide Eigenschaften fallen also hier zusammen.

Einige Eigenschaften nun, welche wir vermittelst unsrer Zeichen als den bezeichneten Flächen zugehörig erkannt haben, lassen sich auch auf die andern genannten Systeme übertragen; viele aber, oder die meisten sind an die Rechtwinklichkeit der einen der bezeichneten Dimensionen auf gewissen andern gebunden, und daher dem sphäroëdrischen Systeme eigenthümlich.

Das viergliedrige theilt mit letzterem noch einige solche Eigenschaften insbesondere, welche aus der Gleichheit zweier von seinen drei rechtwinklichen Grunddimensionen entspringen, wodurch die zwischen den gleichen Dimensionen liegenden $d$ auch senkrecht werden auf den correspondirenden Kanten des viergliedrigen Octaeders, wie bei dem regulären es alle sind.

Ueber

# die ungleiche Erregung der Wärme im prismatischen Sonnenbilde.

Von Herrn Seebeck *).

Mehrere Naturforscher haben sich bekanntlich mit Untersuchungen über diesen Gegenstand beschäftigt; die Resultate, welche sie erhielten, weichen jedoch beträchtlich von einander ab. Landriani **), einer der ersten, welcher über die wärmende Kraft des prismatischen farbigen Lichtes Versuche unternahm, fand die stärkste Erwärmung im Gelb. Rochon ***) hingegen, setzt das Maximum der Wärme zwischen Gelb und Roth, an eine Stelle, die er bald *orangé*, bald *jaune orangé* nennt. Sénebier ****) giebt als Resultat vielfach wiederholter Versuche, dafs das rothe Licht immer wärmer als das violette, bisweilen aber das gelbe wärmer als das rothe gewesen sey, und in dem zur Bestätigung von ihm angeführten Beispiele, welches, wie er sagt, das Mittel aus vielen Versuchen sey, findet

*) Vorgelesen am 13. März 1819.

**) S. Volta, Lettere sull' Aria inflamabile nativa delle paludi. Milano. 1777. p. 136. Die Versuche Landriani's sollen in der Scelta d'Opuscoli interessanti Vol. XIII. stehen, die ich mir aber nicht habe verschaffen können.

***) Recueil de Mémoires sur la Mécanique et la Physique. Paris 1783. p. 348—355. Rochon's Versuche sind in den Sommermonaten 1776 angestellt worden.

****) Physikalisch-chemische Abhandlungen über den Einfluss des Sonnenlichtes auf alle drei Reiche der Natur. Leipzig. 1785. B. II. S. 37.

man das gelbe Licht als das wärmere. — Ganz andere, und von allen vorhergehenden abweichende Erfahrungen machte Herschel *). Nicht im Gelb, nicht im Roth, und überhaupt nicht im Farbenbilde, sondern ganz aufserhalb desselben fand er die stärkste Erwärmung. Welches Aufsehen diese Entdeckung Herschel's, und nicht minder seine daraus abgeleitete Lehre von unsichtbaren Sonnenstrahlen, besonderen von der Sonne ausströmenden Wärmestrahlen machte, welche Zweifel und Widersprüche sich dagegen erhoben, welchen Beifall sie von andern Seiten erhielt, ist noch in frischem Andenken. Es ist bekannt, dafs Leslie **), einer der ersten Gegner Herschel's, weder über, noch unter dem Farbenbilde, an seinem die besten Thermometer an Empfindlichkeit übertreffenden Photometer, nicht die mindeste Veränderung wahrgenommen haben will; dafs nach ihm nur im Farbenbilde, und zwar im Roth, die gröfste Wärme statt findet; — dafs dagegen Englefield ***) bald nachher die Herschelsche Entdekkung bestätigte, und behauptete: die gröfste Wärme falle jederzeit über die Gränze des Roths hinaus.

Bei so widersprechenden Erfahrungen bewährter Naturforscher mufste sich der Gedanke aufdrängen, dafs vielleicht nur Verschiedenheit der Apparate, oder des bei der Untersuchung angewandten Verfahrens, zu den abweichenden Resultaten Anlafs gegeben haben könnte, und dafs, wie dies bei einem neuen Felde der Forschung nur zu leicht geschehen kann, vielleicht Bedingungen übersehen oder nicht gehörig beachtet worden, die von Einflufs seyn mufsten. Schon diese Betrachtung forderte zu neuen Untersuchungen auf; noch mehr bestimmtd mich hierzu der Vorsatz, mich über die Wirkung der farbigen Beleuchtung in allen Functionen des Lichtes durch eigene Anschauung zu belehren, und zu erforschen, ob der von Goethe entdeckte polare Gegensatz der Farben sich auch in der Wirkung des farbigen Lichtes auf die Körper bewähren und bessätigen werde. Zuerst hatte ich mich mit Untersuchungen über die chemische Wirkung desselben und die Wirkung auf die Leuchtsteine beschäftigt, wovon ich in Gö-

*) Philos. Transactions for the year 1800. p. 255—326, und p. 437—538.

**) Nicholson's philos. Journal. Vol. IV. p. 344. und Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 88—109.

***) Journal of the Royal Institution. 1802. p. 202. und Gilbert's Annalen. B. XII. S. 399 — 408.

Goethe's Farbenlehre einige der wichtigeren mitgetheilt habe. Im Jahre 1806 unternahm ich eine Reihe von Versuchen über die Wärmeerregung im prismatischen Farbenbilde, welche in den Sommern 1807 und 1808 fortgesetzt wurden. Von den Resultaten derselben werde ich nun hier ausführlichere Rechenschaft geben.

Zu den ersten Versuchen bediente ich mich eines Quecksilber-Thermometers mit geschwärzter Kugel. Es ergaben sich deutliche Unterschiede der Temperatur zwischen der blauen und violetten Hälfte gegen die rothe und gelbe Hälfte des Farbenbildes; sie waren indessen nur gering, so lange das farbige Licht unmittelbar, wie es aus dem Prisma trat, auf die Thermometerkugel fiel, doch der Unterschied in der Temperatur der einzelnen Farben derselben Seite war mehrentheils nicht anzugeben. Die Wirkung konnte durch Brenngläser zwar erhöht werden; ich habe mich deren aber selten bedient, in Erwägung, dafs je complicirter eine Vorrichtung ist, es auch um so schwerer wird, zu sichern Resultaten zu gelangen, und dafs diese nur in Verbindung mit einem Heliostat, wo allen Theilen des Apparates ein fester Stand gegeben werden kann, recht anwendbar sind, — und jener fehlte mir. Luftthermometer schienen mir überhaupt den Vorzug zu verdienen, da ihre grofse Empfindlichkeit erwarten liefs, dafs sie schon unmittelbar im prismatischen Lichte auch für geringe Unterschiede der Temperatur bedeutende Ausschläge geben würden. Ich hatte erst die Absicht, mich eines Leslieschen Photometers bei diesen Versuchen zu bedienen; da mir jedoch ein bestelltes zur bestimmten Zeit nicht geliefert wurde, so entschlofs ich mich zu versuchen, ob und wie weit wohl ein Luftthermometer mit einfacher Kugel hier anwendbar seyn möchte. Der Erfolg übertraf meine Erwartung, und ich habe dasselbe daher bei allen folgenden Versuchen beibehalten. Es zeigten sich bei Anwendung dieses Instrumentes zwar manche Schwierigkeiten, die sich jedoch nach erlangter gröfserer Uebung verminderten. Nur mit Einem Hindernifs hatte ich fortwährend zu kämpfen, — nämlich den Schwankungen im Thermometer, welche den Veränderungen in der Atmosphäre, wenn sich Wolken bildeten, oder auch nur schwache Dünste vor die Sonne traten, (wie sich dies nicht selten auch bei scheinbar klarer Luft ereignete), hervorgebracht wurden. Gegen dies Uebel gab es kein anderes Mittel, als häufige Wiederholung der Versuche mit denselben Prismen an den hellesten und dunstfreiesten Tagen.

Daran habe ich es denn auch nicht fehlen lassen. Die besten Tage zu diesen Versuchen waren die nach einem vorhergegangenem Gewitter, oder wenn nach Regentagen heitere Witterung eintrat; dann waren die Resultate am übereinstimmendsten. Ich hebe von einer sehr beträchtlichen Zahl von Versuchen hier nur diejenigen aus, die als gelungen in meinem Tagebuche bezeichnet sind, — solche, wo weder der Stand des Barometers, noch des Quecksilber-Thermometers am Ort der Versuche, wenigstens nicht während der Dauer eines einzelnen Versuchs, merkliche Veränderung erlitt.

Der eben erwähnte Apparat bestand aus einer einfachen 15 Zoll langen Thermometerröhre, mit einer sehr dünnen Kugel, deren Durchmesser $\frac{1}{2}$ pariser Zoll betrug. Die Kugel war mit chinesischer Tusche gleichförmig überzogen, und an der Röhre war eine, in pariser Zolle und Linien abgetheilte, auf dünne Pappe getragene Scala befestigt. Diese war von der Kugel 1 Zoll entfernt, und hatte hier ihren o Punkt. Die Kugel und 1 Zoll der Röhre standen demnach ganz frei. In der Röhre befand sich ein Tropfen einer gefärbten Flüssigkeit, welcher, nachdem die Röhre in ihrer ganzen Länge vorher gehörig war befeuchtet worden, ungefähr 1 Zoll und etwas darüber einnahm. Das so vorgerichtete Luftthermometer wurde auf einem Gestell, das erhöht und erniedrigt werden konnte, befestigt, und bald horizontal, bald vertikal stehend, in die einzelnen prismatischen Farben gebracht, und so lange in jeder derselben erhalten, bis die Flüssigkeit einen festen Stand angenommen hatte. Nur auf die Kugel fiel das Licht, das untersucht werden sollte. Ein verschiebbarer Schirm, welcher 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs vom Thermoskop entfernt war, hielt die übrigen prismatischen Farben ab. Der Schirm war so eingerichtet, dafs die Spalte, durch die das Licht fiel, nach Umständen enger und weiter gemacht werden konnte. Bisweilen wurde nur der halbe Schirm angewendet, bisweilen auch dieser entfernt; dies ist dann aber jedesmal angeführt worden.

Das Zimmer, in welchem die Versuche angestellt wurden, (mehrentheils zwischen 11 und 1 Uhr), lag gegen Mittag, war geräumig, und konnte vollkommen verfinstert werden.

Das Prisma wurde zuweilen im Fensterladen befestigt, und es fiel dann kein Licht weiter ins Zimmer, als durch dasselbe. In den mehresten Fällen liefs ich aber das Sonnenlicht durch eine ungefähr 49 Quadratzoll grofse Oeffnung im Laden auf das Prisma fallen, welches auf einem beweg-

lichen Gestell auf der Fensterbrüstung stand. Der brechende Winkel des Prismas war immer nach unten gerichtet, die ganzen Seitenflächen desselben frei gelassen, und nur die obere, dritte Fläche mit einem schwarzen Papier bedeckt, bisweilen auch die untere Kante, um schärfer begränzte Farbenbilder zu erhalten, und alles ungehörig reflectirte Licht abzuhalten. — Das Prisma hatte beim Anfang der Versuche jedesmal die Stellung, dafs Eintritts- und Austritts-Winkel des Lichtstrahls einander gleich waren, welche Stellung ich der Kürze wegen die Normalstellung nennen will. Um die prismatischen Farben auf das Thermoskop zu führen, wurde das Prisma nachher wohl bisweilen durch Drehen um seine Achse in eine andere Stellung gebracht; mehrentheils liefs ich jedoch das Prisma unverändert stehen, und führte die Kugel des Thermoskops durch Höher- und Tieferstellen in die verschiedenen prismatischen Farben. Dafs dies letzte Verfahren ohne Nachtheil wenigstens da angewendet werden könne, wo das Thermoskop aus den kälteren Farben hinab in die wärmeren geführt wurde, davon überzeugten mich Versuche über die Temperatur des Zimmers in verschiedenen Höhen, da diese ausweisen, dafs die Luft gegen den Boden zu, (der nur mit Aestrich bedeckt war) immer etwas kälter war. Nahm also die Wärme zu, während das Thermoskop in dem prismatischen Farbenbilde herabgelassen wurde, so erhielt die Erfahrung dadurch nur eine Bestätigung mehr. Zu gröfserer Sicherheit wurde jedoch auch zuweilen neben dem prismatischen Farbenbilde ein zweites Lufttthermometer aufgestellt, wovon hier Beispiele vorkommen werden.

Die Glasprismen, deren Wirkung untersucht wurde, waren von verschiedener Beschaffenheit und Gröfse, von $\frac{3}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite der Flächen. Auch in den brechenden Winkeln wichen sie von einander ab, doch nicht beträchtlich; dieser näherte sich bei den mehresten dem Winkel von 60 Grad. Bei einigen der abweichenderen wurden Versuche mit dem gröfsten und dem kleinsten Winkel angestellt, doch kein bedeutender Unterschied in der Wirkung gefunden.

Da ich mich im Folgenden der Ausdrücke: jenseits der Gränze des Roths, des Violetts, jenseits der Farbengränze überhaupt, bedienen werde, so will ich hier gleich erklären, dafs ich bei allen angeführten Versuchen, die von Newton und den mehrsten Physikern angenommenen Gränzen des Farbenbildes beibehalten habe, also auch gleich Herschel'n und den

übrigen Beobachtern die Gränze des Roths dahin setze, wo das lebhafte prismatische Roth sich in einen schmäleren, etwas schwächer gefärbten rothen Saum verlierend, aufhört, und dafs ich überhaupt das Farbenbild in den Gränzen eingeschlossen angenommen habe, wo die Farben sich dem bloßen Auge deutlich darstellen.

Ich kann zwar das prismatische Sonnenbild nicht auf diese Gränzen beschränkt halten, wie unten umständlicher erörtert werden wird; doch habe ich hier, so wie in meiner früheren Abhandlung von dem allgemeinen Sprachgebrauch nicht abweichen wollen, schon deshalb, weil eine Vergleichung der Resultate meiner Versuche mit denen der übrigen Beobachter dadurch erschwert worden wäre.

Obwohl ich meinem Auge im Erkennen und Unterscheiden der Farben glaubte vertrauen zu können, so habe ich doch, zu größerer Sicherheit, auch von andern Personen, welche ein empfindliches Auge für Farben haben, die Gränzen des Farbenbildes bezeichnen lassen, und ich habe ihre Gränzbestimmungen mit den meinigen übereinstimmend gefunden.

Noch muß ich bemerken, dafs das Thermoskop jedesmal nach dem Gebrauch ausgeleert, und zu jeder neuen Reihe von Versuchen frisch gefüllt wurde; daher die Ungleichheit in den Zahlen, bei den zu verschiedenen Zeiten angestellten, in allen übrigen Punkten aber übereinstimmenden Versuchen.

Ich wende mich nun zu diesen selbst.

I. Versuch. Ein Prisma von weifsem böhmischen Glase (No. 1.). Abstand des Thermoskops vom Prisma 6 Pariser Fufs. Das Zimmer ist ganz verfinstert, und ein Schirm hält die prismatischen Farben ab, welche nicht auf die Kugel wirken sollen. Das Farbenbild sehr lebhaft und gut begränzt. Das Thermoskop steht

| | |
|---|---|
| 1 Zoll über Violett auf - - - | $1'' \; 2\frac{1}{4}'''$ |
| $\frac{1}{2}$ - - eben so - - - | $1'' \; 2\frac{1}{4}'''$ |
| Geht, wenn der Schirm gesenkt wird, auf - | $1'' \; 2\frac{1}{2}'''$ |
| Im Violett - - - - - | $1'' \; 3'''$ |
| - Blau - - - - - | $1'' \; 4'''$ |
| - - wenn etwas mehr Licht auf die Röhre des Thermoskops fällt - - - | $1'' \; 6\frac{1}{2}'''$ |
| Halb im Grün - - - - | $2'' \; 2'''$ |

| | |
|---|---|
| Tiefer im Grün | $3''\ 0'''$ |
| - ohne Schirm | $3''\ 8'''$ |
| Im Gelb, ohne Schirm | $4''\ 9'''$ |
| - Roth | $5''\ 11'''$ |
| Hart unter Roth, | $5''\ 5'''$ |
| (doch den obern Theil der Kugel traf noch ein röthlicher Schein.) | |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | $4''\ 0'''$ |

Ich bemerke, dafs hier überall vom höchsten Punkt der Kugel bis zur Gränze der Farbe gemessen worden ist. Will man den Abstand der Mitte der Kugel von der Gränze wissen, so mufs $\frac{1}{4}$ Zoll zu dem angegebenen Abstand hierzu gerechnet werden.

Die stärkste Erwärmung fand bei diesem Prisma also im Roth statt, und die Differenz zwischen Violett und Roth betrug $4''\ 8'''$.

II. Versuch. Mit demselben Prisma No. 1., an einem andern Tage. Abstand des Thermoskops 6 Fufs.

Stand desselben neben dem Farbenbilde in der Höhe von

| | |
|---|---|
| $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett | $5''\ 0\frac{3}{4}'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll über dem prismatischen Violett selbst | $5''\ 5\frac{1}{2}'''$ |
| $\frac{1}{4}$ | $5''\ 5\frac{3}{4}'''$ |
| hart über Violett | $5''\ 5'''$ |
| halb im Violett | $5''\ 8'''$ |
| im vollen Violett | $6''\ 5\frac{1}{2}'''$ |
| halb im Blau | $6''\ 9\frac{1}{2}'''$ |
| im Blau | $7''\ 5'''$ |
| halb im grünlich Gelb | $8''\ 5'''$ |
| im Gelb | $9''\ 1\frac{1}{2}'''$ |
| halb im Roth | $9''\ 9'''$ |
| ganz im Roth | $10''\ 7'''$ |
| halb im Roth, halb unter dem Roth | $10''\ 5'''$ |
| hart unter Roth | $10''\ 1'''$ |
| doch auch bis | $10''\ 5'''$ |
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth | $9''\ 5'''$ |
| $\frac{1}{2}$ | $8''\ 0'''$ |
| 1 | $7''\ 0'''$ |
| und | $6''\ 9'''$ |

| | |
|---|---|
| 2 Zoll unter Roth | 6″ 1‴ |
| In gleicher Höhe aufser dem Spectro | 5″ 6‴ |

Bei diesem Versuch zeigte sich also auch noch $\frac{1}{2}$ Zoll über dem Violett eine Erhöhung der Temperatur, und die Differenz zwischen der Wärme im Schatten und der im Licht $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett betrug $1\frac{3}{4}$ Linien. Die Differenz zwischen $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett und dem Maximo der Wärme, welches abermals ins volle Roth fiel, betrug 5 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien. Es darf aber nicht übersehen werden, dafs die Temperatur des Ortes sich um $5\frac{1}{4}$ Linien erhöht hatte, während des Versuchs zwischen den beiden Extremen.

III. Versuch. Mit demselben Prisma No. 1. Das Thermoskop im Abstande von 6 Fufs. Blofs die Wärmeerregung in und unter dem Roth betreffend. Ein zweites Thermoskop steht neben dem Farbenbilde 4 Zoll davon entfernt.

| | 1stes Thermoskop im Farbenbilde. | 2tes Thermosk. neben demselben. |
|---|---|---|
| Stand am Anfangspunkt der Versuche | 7″ 0‴ | 5″ 4‴ |
| 4 Zoll unter Roth | 7″ $\frac{1}{2}$‴ | 5″ 4‴ |
| $3\frac{1}{2}$ | 7″ $1\frac{3}{4}$‴ | |
| 3 | 7″ $2\frac{1}{2}$‴ | 5″ 4‴ |
| $2\frac{1}{2}$ | 7″ $3\frac{1}{2}$‴ | |
| 2 | 7″ $6\frac{1}{2}$‴ | 5″ $3\frac{1}{2}$‴ |
| $1\frac{1}{2}$ | 8″ $1\frac{3}{4}$‴ | |
| 1 | 8″ $10\frac{1}{2}$‴ | 5″ $3\frac{3}{4}$‴ |
| $\frac{1}{2}$ | 10″ $8\frac{1}{4}$‴ | |
| hart unter Roth | 13″ 9‴ | 5″ $3\frac{3}{4}$‴ |
| im Roth | 14″ 5‴ | 5″ $3\frac{3}{4}$‴ |

Dieser Versuch, welcher unter den günstigsten Umständen am 19. Sept. 1807 angestellt wurde, ist wohl als entscheidend anzusehen, und bestätigt nicht nur das Resultat der beiden vorhergehenden Versuche, sondern zeigt auch, dafs die Einwirkung auf das Thermoskop sich in dem angege. Abstande bis auf 4 Zoll über die Gränze des Roths, und des Farbenbildes überhaupt erstreckt.

Es wird überflüssig seyn, eine gröfsere Zahl von Versuchen über die Temperatur-Unterschiede der gelben und rothen Hälfte dieses Prismas anzuführen; bemerken will ich nur, dafs alle, welche unter günstigen Bedingungen angestellt wurden, dasselbe Resultat gaben.

Nun noch einige Versuche über die Temperatur-Erhöhung jenseits der blauen und violetten Hälfte, wovon uns der 2te Versuch schon ein Beispiel gab.

IV. Versuch. Das vorige Prisma No. 1., in demselben Abstande vom Thermoskop wie vorhin.

Stand des Therm. neben dem Farbenbilde $1\frac{1}{2}$ Zoll über dem

| | |
|---|---|
| Violett | $4''\ 10'''$ |
| $1\frac{1}{2}$ Zoll über dem Violett selbst, blieb | $4''\ 10'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett | $4''\ 10\frac{1}{2}'''$ |
| hart über Violett | $5''\ 0'''$ |
| halb im Violett | $5''\ 1\frac{1}{2}'''$ |
| etwas tiefer im Violett | $5''\ 5\frac{1}{2}'''$ |
| im vollen Violett | $6''\ 0'''$ |
| Aufser dem Farbenbilde | $5''\ \frac{3}{4}'''$ |

V. Versuch. Dasselbe Prisma. Abstand des Thermoskops 4 Fufs.

| | |
|---|---|
| $1\frac{1}{2}$ Zoll über Violett neben dem Farbenbilde | $5''\ 5\frac{1}{2}'''$ |
| $1\frac{1}{2}$ - - im Farbenbilde | $5''\ 5\frac{1}{2}'''$ |
| 1 - - - | $5''\ 5\frac{3}{4}'''$ |
| $\frac{1}{2}$ - - bleibt | $5''\ 5\frac{3}{4}'''$ |
| im Violett | $6''\ 2'''$ |
| Violett und etwas Blau | $6''\ 9'''$ |

In beiden Versuchen also wiederum eine Erhöhung der Temperatur jenseits des Violetts. Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, dafs häufig auch Fälle vorkamen, wo das Thermoskop hier keine Zunahme der Wärme zeigte.

VI. Versuch. Am 22. Sept. 1806. Ein anderes Prisma, No. 2. Abstand des Therm. von demselben 7 Fufs 2 Zoll.

| | |
|---|---|
| *a*) Im Violett | $2''\ 3'''$ |
| behält diesen Stand 5 Minuten und länger. | |
| im Blau | $2''\ 3\frac{1}{4}'''$ |
| im Grün, bleibt | $2''\ 3\frac{1}{4}'''$ |
| weicht auch nach 5 Minuten nicht von diesem Stand. | |
| im Gelb geht es schnell auf | $4''\ 2''$ |
| und bleibt so stehen. | |
| im Orange | $4''\ 6'''$ |

im vollen Roth - - - - - 5″ 6‴
schwankt hier, längere Zeit gelassen zwischen 5″ 5‴ und 5″ 7‴.
½ Zoll unter Roth - - - - 6″ 3‴
¼ - - - - - - 6″ 5‴
wo kein röthlicher Schein den obern Theil der Kugel traf.

*b*) Hart unter Roth, wo die Kugel oben einen röthlichen Schein hatte - - - - 6″ 6‴
im vollen Roth - - - - 6″ 0‴
½ Zoll unter Roth sogleich - - - 6″ 9‴
und 6″ 10‴
¼ Zoll unter Roth - - - - 7″ 0‴
noch näher zum Roth, geht zurück auf - - 6″ 11‴

Dieses Prisma zeigte also die gröfste Wärme ausserhalb des Farbenbildes, und zwar ¼ Zoll unter dem Roth. Die Differenz zwischen dem Stande hier und in dem Violett betrug 4 Zoll 2 Linien. Das Farbenbild selbst war sehr lebhaft, wie denn auch das Prisma zu den klaresten, streifenfreiesten und farblosesten gehörte, die ich zu benutzen Gelegenheit hatte. Es befindet sich dieses Instrument, nebst einem zweiten, von derselben Gröfse und Vollkommenheit, in dem Grofsherzoglichen physikalischen Kabinet zu Jena. Auch das zweite Prisma wurde dem ersten in der Wirkung gleich befunden. Das specifische Gewicht dieser beiden Prismen beträgt nach der Bestimmung des Herrn Hofrath Voigt in Jena 3,2482 . . . bei 15° R.; sie sind also von Flintglas, und wie ich vermuthe, von englischem Flintglas. Bemerken will ich noch, dafs die beiden Prismen gleichseitige sind, und die Breite der Flächen ungefähr 1 Zoll beträgt.

VII. Versuch. Mit demselben Prisma No. 2., an einem andern Tage. Der Abstand des Therm. 7 Fufs.

Im Roth - - - - - 2″ 3‴
hart unter Roth - - - - 3″ 0‴
im Roth nach 1 Minute wieder - - - 2″ 3‴
im Gelb, nicht völlig nach 1 Minute - - 1″ 7‴
bleibt so.
Im Violett - - - - - 0″ 0‴
erhält sich so. - - - im

| | |
|---|---|
| im Blau | 1″ 0‴ |
| im Grün, ebenfalls | 1″ 0‴ |
| bleibt so 5 Minuten stehen. | |
| im Gelb, sogleich | 1″ 7‴ |
| im Roth nach 1 Minute | 2″ 11‴ |
| und endlich auf | 3″ 0‴ |
| hart unter Roth, so dafs die Kugel noch ein schwacher röthlicher Schein trifft | 3″ 10‴ |
| die Kugel 2 Linien tiefer | 4″ 1‴ |
| noch 3 Linien tiefer | 4″ 0‴ |
| und nachher | 3″ 11‴ |
| noch 3 Linien tiefer | 3″ 6‴ |
| $1\frac{3}{4}$ Zoll unter Roth | 2″ 7‴ |
| $3\frac{3}{4}$ | 2″ 1‴ |
| 5 | 0″ 7‴ |
| das Thermoskop ganz im Schatten | 0″ 7‴ |

Die Temperatur am Ort der Versuche hatte sich also um 7‴ erhöht; denn beim Anfang war sie 0″ 0‴ gewesen. Doch stand $3\frac{3}{4}$ Zoll unter Roth das Therm. noch um $1\frac{1}{2}$ Zoll höher als im Schatten. Die Differenz zwischen Violett und $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth betrug 4 Zoll.

VIII. Versuch. Mit demselben Prisma No. 2., an demselben Tage; alles übrige wie vorhin.

| | |
|---|---|
| Stand des Therm. am Ort der Versuche | 1″ 7‴ |
| Im Violett bleibt es | 1″ 7‴ |
| im Roth | 3″ 11‴ |
| unter Roth, so dafs die Kugel oben noch ein röthlicher Schein trifft | 4″ 5‴ |
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth | 4″ 7‴ |
| im Roth | 4″ 0‴ |
| und behält nun diesen Stand. | |

Diese 3 Versuche stimmen so gut mit einander überein, als man es nur bei Versuchen dieser Art erwarten kann. Die Differenz zwischen Violett und Roth betrug im 6ten Versuch 4 Zoll 2 Linien; im 7ten Versuch 4 Zoll 1 Linie; im 8ten 4 Zoll. In der Differenz zwischen Roth und $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth, zeigten sich gröfsere Abweichungen; denn diese betrug im

ersten Fall 13 Linien, dann zweimal 9 Linien, und im letzten Fall 8 Linien. Das Mittel hieraus würde $9\frac{3}{4}$ Linien seyn. Dafs dies die Differenz zwischen der Wärme im Roth und $\frac{1}{4}$ Zoll unter dem Roth eher zu klein als zu grofs angiebt, beweisen noch folgende Versuche.

IX. Versuch. In dem vorigen Abstande, und bei sehr klaren Himmel.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 6″ | 9‴ |
| 1 Zoll unter Roth | 7″ | 0‴ |
| 5 Linien unter Roth | 7″ | 10‴ |

Differenz 13 Linien.

X. Versuch. An einem andern Tage, in demselben Abstande.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth (ohne Schirm) | 7″ | 9‴ |
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth | 8″ | 5‴ |

Differenz 8 Linien.

XI. Versuch. Im Roth 7″ $9\frac{1}{2}$‴

steht lange so.

$\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth geht es nach wenigen Secunden auf 8″ 5‴

und endlich auf 8″ 10‴

wo es stehen bleibt.

Differenz $13\frac{1}{2}$ Linien.

XII. Versuch. Im Roth 7″ 1‴

Unter Roth 7″ 11‴

Differenz 10 Linien.

Das Mittel aus allen diesen Versuchen zusammen würde $10\frac{3}{8}$ Linien betragen.

XIII Versuch. Zur Vergleichung der Wirkung der beiden Flintglas-Prismen No. 2 und No. 3., bei ganz heiterem Himmel. Am 30. May 1808.

Stand des Therm. am Ort der Versuche 7 Fufs, vom Prisma 3″ 0‴

*A*) Prisma No. 2.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth, (ein Schirm vor dem Licht unter Roth) | 6″ | 7‴ |
| hart unter Roth, (ohne Schirm) | 7″ | 2‴ |

die Kugel hatte oben noch einen röthlichen Schein.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth (ohne Schirm) | 6″ | 11‴ |
| Etwas höher ins volle Roth | 6″ | 8‴ |
| hart unter Roth | 7‴ | 2″ |

Das Thermoskop wird im Schatten auf 5″ 6‴ zurückgebracht.

*B*) Prisma No. 3.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth (ohne Schirm) - - - - | 6″ | 7‴ |
| hart unter Roth - - - - | 7″ | 2‴ |
| im Roth zurück - - - - | 6″ | 8‴ |

Die Differenz zwischen dem Stand des Therm. am Ort der Versuche und dem Maximum der Wärme betrug demnach 4 Zoll 2 Linien; die Differenz zwischen der Wärme im Roth und hart unter Roth zweimal 7 Linien und dreimal 6 Linien. Beide Prismen verhielten sich vollkommen gleich.

Nun noch einige Versuche mit denselben Prismen No. 2. und 3. in 4 Fuſs Abstand.

XIV. Versuch. Unbewölkter, doch etwas dunstiger Himmel.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth, wo oben auf der Kugel noch etwas Gelb - | 9″ | 1‴ |
| steht längere Zeit so. | | |
| hart unter Roth, wo noch etwas Roth die Kugel trifft | 10″ | 5‴ |
| etwas tiefer, wo kein Roth die Kugel trifft - | 10″ | 6‴ |
| etwas höher, daſs ein schwacher röthlicher Schein oben auf der Kugel erscheint - - - | 10″ | 7‴ |
| 1 Linie tiefer - - - - | 10″ | 4‴ |

XV Versuch. An einem andern Tage.

| | | |
|---|---|---|
| Im vollen Roth - - - - | 11″ | $2\frac{1}{2}$‴ |
| unter Roth, wo nichts vom röthlichen Schein auf die Kugel fällt, - - - - | 12″ | 1‴ |
| trifft aber etwas von diesem Schein die Kugel - | 12″ | 5‴ |
| wieder etwas tiefer aufserhalb des Scheins - | 12″ | $2\frac{1}{2}$‴ |
| steigt doch auch hier auf | 12″ | 5‴ |

XVI. Versuch. Im vollen Roth (ohne Schirm) 11″ 6‴

| | | |
|---|---|---|
| hart unter Roth, (der Schirm reicht blofs bis ins Gelb herab) | 12″ | 4‴ |
| und zuletzt | 12″ | 6‴ |

XVII. Versuch. An einem andern Tage

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth, wo die Kugel näher am Gelb steht - | 5″ | 8‴ |
| 3 Linien unter Roth, daſs kein röthlicher Schein die Kugel trifft | 6″ | $9\frac{1}{2}$‴ |
| um | 7″ | 4‴ |

etwas höher, so dafs ein schwacher röthlicher Schein die Kugel
berührt - - - - 7″ 6‴
doch auch 7″ 4‴

XVIII. Versuch.

Im vollen Roth - - - - 6″ 8‴
im Gelb - - - - - 6″ 1‴
3 Linien unter Roth (kein Schein trifft die Kugel - 7″ 9‴
das Thermoskop schwankt zwischen 7″ 8‴ und 8″ 1‴
obwohl der Himmel klar war.

Aus den Differenzen in allen diesen Versuchen, vom 14ten bis zum 18ten zusammengenommen, ergiebt sich mittlere Differenz zwischen Roth und jenseits des Roths für den Abstand von 4 Fufs zu 14 Linien.

Alle übrigen Versuche, die mit diesem Prisma noch angestellt wurden, gaben dasselbe Resultat; immer wurde das Maximum der Wärme ausserhalb der Gränze des Farbenbildes gefunden.

Ich wende mich nun zu Versuchen mit einigen andern Glasprismen, und wähle zuvörderst eine Reihe derselben, welche an dem zu diesen Versuchen so günstigen 30. May 1808, unmittelbar nach dem oben angeführten 13ten Versuch angestellt wurde.

XIX. Versuch. Das Prisma von böhmischen Glase No. 1. Abstand des Therm. vom Prisma $6\frac{1}{2}$ Fufs.

Im Roth (ohne Schirm) - - - 8″ 4‴
nahe unter Roth, wo aber kein Roth die Kugel oben trifft 7″ 11‴
höher, wo schon etwas Roth oben auf die Kugel fällt, nur 7″ 10‴
im Roth, wo die Kugel oben schon etwas gelblich erscheint 8″ 1‴
und zuletzt 8″ $5\frac{1}{2}$‴

XX. Versuch. Ein anderes Prisma von böhmischen Glase, No, 4. Abstand des Therm, hier und in den nächst folgenden Versuchen, wie vorhin.

Im Roth - - - - - 9″ 0‴
nahe unter Roth, so dafs noch ein röthlicher Schein auf die Kugel
fällt - - - - 7″ 6‴
im Roth wieder - - - - 9″ 0‴
an der vorigen Stelle unter Roth - - - 7″ 6‴
etwas höher, so dafs ein wenig Roth auf die Kugel fällt 7″ 11‴
und endlich 8″ 0‴

XXI. Versuch. Dasselbe Prisma, aber ein anderer brechender Winkel. Das Farbenbild ist noch besser begränzt.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 8″ | 3‴ |
| hart unter Roth | 7″ | 3‴ |
| und zuletzt | 7″ | 1‴ |

obwohl schon ein wenig Roth auf die Kugel fiel.

XXII. Versuch. Mit einem Prisma No. 5., das sehr trüb und voll feiner Bläschen war, auch nur ein schwaches Farbenbild gab.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 8″ | 5‴ |
| hart unter Roth | 7″ | 6‴ |

XXIII. Versuch. Noch ein Prisma von böhmischen Glase, No. 6., von etwas bräunlicher Farbe, doch ein sehr lebhaftes Farbenbild gebend.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth (ohne Schirm) | 9″ | $6\frac{1}{2}$‴ |
| hart unter Roth | 9″ | 0‴ |
| etwas tiefer unter Roth | 8″ | 9‴ |
| wenn ein schwacher rother Schein die Kugel oben trifft | 9″ | 2‴ |
| im vollen Roth | 9″ | 5‴ |
| etwas tiefer | 9″ | $6\frac{1}{2}$‴ |
| unter Roth, so dafs kein Roth die Kugel trifft | 9″ | 4‴ |
| wie etwas Roth auf die Kugel fällt | 9″ | $6\frac{1}{2}$‴ |

Diese Versuche geben, vesglichen mit dem 15ten Versuch, den überzeugendsten Beweis, dafs Gläser von ungleicher Art und Beschaffenheit auch in der Wirkung von einander abweichen. Denn bei allen vom 19ten bis zum 22sten Versuch angewendeten Prismen, die in Brechung und Farbenzerstreuung dem Crownglase nahe kommen, fiel das Maximum der Wärme in Roth, da es beim Flintglase jederzeit unterhalb der Gränze des Roths gefunden wurde. Das Prisma No. 6. scheint das Maximum der Wärme an der Gränze des Roths zu haben.

Ich kann nicht unterlassen hier noch eine, die verschiedene Wirkung der eben genannten Glassorten bestätigende Erfahrung anderer Art, anzuführen. Das weifse salzsaure Silber wird, wie ich an einem andern Orte *) umständlich beschrieben habe, in dem Farbenbilde der Prismen von gewöhnlichem weifsen Glase (namentlich auch in dem des Prismas No. 1.) folgendermafsen verändert. Im Violett wird es röthlich braun, und auch

*) Goethe's Farbenlehre B. II. S. 718.

noch über die Gränze des Violetts hinaus; im Blau wird es blau, oder bläulich grau; im Gelb bleibt es mehrentheils unverändert weifs, oder nimmt höchstens einen schwachen gelblichen *teint* an; im Roth dagegen, und mehrentheils noch etwas über das Roth hinaus, wird es roth. „Bei „einigen Prismen," sagte ich ferner a. a. O. „fiel diese Röthung ganz aus„serhalb des Roth des Spectrums; es waren dies solche, bei welchen die „stärkste Erwärmung aufser dem Roth statt hatte;" und ich füge hier noch hinzu, die Flintglas-Prismen No. 2. und 3. waren es, an denen ich diese Erfahrung machte.

Mit dem Prisma No. 6. wurden noch folgende Versuche unternommen.

XXIV Versuch. Abstand des Thermoskops vom Prisma 6 Fufs.

| | |
|---|---|
| Stand desselben am Ort der Versuche | 2″ 8‴ |
| 1 Zoll über Violett | 2″ 8‴ |
| ½ - bleibt | 2″ 8‴ |
| ¼ | 2″ 9‴ |
| hart an der Gränze des Violetts | 2″ 9¼‴ |
| unten etwas Violett auf der Kugel | 2″ 10‴ |
| etwas mehr Violett | 2″ 11‴ |
| ganz im Violett | 3″ 2‴ |
| im Violett, doch unten etwas Blau | 3″ 8‴ |
| halb im Blau | 3″ 8‴ |
| ganz im Blau | 4″ 0‴ |
| ¼ Grün zum Blau | 4″ 4‴ |
| ½ Grün | 4″ 6‴ |
| Gelb und oben Grün | 5″ 2‴ |
| Roth und Gelb | 5″ 9‴ |
| etwas tiefer im Roth | 5″ 11‴ |
| auch hart unter Roth blieb es | 5″ 11‴ |

Die Differenz zwischen dem Maximo und Minimo der Wärme betrug demnach 3 Zoll 2 Linien. Die Differenz zwischen der blauen und rothen Hälfte des Spectrums betrug immer noch 2 Zoll 2 Linien.

XXV Versuch. Mit demselben Prisma, an einem andern Tage, in 4 Fufs Abstand.

| | |
|---|---|
| Im Roth, oben Gelb | 9″ 6‴ |

unter Roth, dafs $\frac{1}{3}$ der Kugel oben noch vom Roth getroffen wird - - - - - 9″ 11‴
höher in Roth - - - - - 10″ 0‴
hart unter Roth, dafs nur sehr wenig Roth oben die Kugel trifft - - - - - 9″ 10‴
noch weniger Roth auf der Kugel - - 9″ 3‴
und wenn gar kein Roth sie mehr trifft - - 8″ 6‴

XXVI. Versuch. Dasselbe Prisma. Abstand des Therm. von demselben 6 Fufs.

*a*) $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett - - - 1″ $8\frac{1}{2}$‴
im Violett, bleibt - - - - 1″ $8\frac{1}{2}$‴
halb im Blau - - - - 2″ 1‴
ganz im Blau - - - - 2″ 8‴
Blau und Grün - - - - 3″ $1\frac{1}{2}$‴
Gelb und Grün - - - - 3″ 7‴
Gelb, bis zur Gränze von Roth - - - 4″ 0‴
Roth, oben etwas Gelb - - - - 4″ $8\frac{1}{2}$‴
unter Roth, doch oberhalb der Kugel noch etwas Roth 5″ 2‴
$\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth - - - - 4″ $4\frac{1}{2}$‴
$\frac{1}{2}$ - - - - - 5″ 4‴
im Roth - - - - - 4″ 10‴
im Roth (ohne Schirm) - - - 5″ 10‴

Die Differenz zwischen dem Maximo und Minimo der Wärme betrug also 3 Zoll 6 Linien.

*b*) Der Schirm wird ganz entfernt.

Unter Roth, so dafs die Kugel oben noch etwas Roth hat 5″ 4‴
Etwas tiefer, wo aber kein Roth die Kugel mehr trifft 4″ 10‴
wieder höher unter Roth, so dafs etwas Roth auf den obern Theil der Kugel fällt - - - - 5″ 3‴
noch höher - - - - - 5″ 5‴
noch etwas höher - - - - 6″ 6‴
die halbe Kugel in Roth, und die andere Hälfte unter Roth 5″ 11‴
im Roth, oben etwas Gelb - - - 5″ 9‴
im vollen Roth - - - - 5″ 11‴
unter Roth, so dafs die Kugel oben noch ein wenig von Roth getroffen wird - - - - 5″ $11\frac{1}{2}$‴

tiefer unter Roth, wo kein röthlicher Schein mehr auf der Kugel zu sehen ist - - - 5″ 6‴
1 Linie tiefer - - - - - 5″ 4‴
wieder höher, so dafs $\frac{1}{3}$ der Kugel im Roth steht - 5″ 11‴

XXVII. Versuch. Ein anderes Glasprisma, No. 7. Abstand des Therm. 4 Fufs.

Im Roth und Gelb - - - - 5″ 4‴
unter Roth, doch noch röthlicher Schein auf der Kugel 5″ 4‴
tiefer gestellt, wo kein Schein sie trifft - - 4″ 6‴
näher unter Roth, wo schon ein schwacher Schein oberhalb der Kugel - - - - 5″ 1‴
im Roth und Gelb - - - - 5″ $1\frac{1}{3}$‴
wieder unter Roth, wie vorhin bleibt - - 5″ $1\frac{1}{3}$‴
etwas tiefer unter Roth - - - - 5″ 0‴

XXVIII. Versuch. Mit demselben Prisma. Abstand des Therm. von demselben $5\frac{1}{2}$ Fufs.

Im Violett - - - - - 2″ 0‴

erhält sich längere Zeit so.

im Blau - - - - - 2″ 2‴
im Grün - - - - - 3″ $6\frac{1}{2}$‴
im Gelb - - - - - 4″ 10‴
im Gelb, doch oben etwas Grün auf der Kugel - 4″ 5‴
im Roth - - - - - 5″ 8‴

steht längere Zeit so.

hart unter Roth, bleibt - - - - 5″ 8‴
ungefähr 3 Linien unter Roth - - - 5″ 2‴

Die Differenz zwischen dem Maximo und Minimo betrug mithin 3 Zoll 8 Linien.

Dieses Prisma zeigte sich dem vorigen, No. 6., in der Wirkung ziemlich gleich; es scheint auch bei diesem der Punkt der höchsten Wärme hart an der Gränze von Roth, und vielleicht etwas darüber hinaus zu liegen.

Ein achtes Prisma, welches die Farbe des Rauchtopases hatte, verhielt sich eben so; auch bei diesem war die Wärme an der Gränze des Roths mehrentheils am gröfsten, doch ward sie oft auch im vollen Roth und hart unter dem Roth gleich befunden.

XXIX.

XXIX. Versuch. Ein anderes Prisma, No. 9., von gelblicher Farbe. Abstand des Therm. von demselben 5 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| *a*) Im Roth | 9″ | 4‴ |
| etwas tiefer im Roth | 9″ | 6‴ |
| hart unter Roth, doch röthlicher Schein auf der Kugel | 9″ | 7‴ |
| tiefer, und wenn die Kugel ganz farblos war | 9″ | 0‴ |
| *b*) Im vollen Roth | 8″ | 9‴ |
| hart unter Roth, doch hat die Kugel noch einen röthlichen Schein | 9″ | 2‴ |

XXX. Versuch. Mit demselben Prisma, auch im Abstande von 5 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 9″ | 9‴ |
| höher im Roth | 9″ | 6‴ |
| tiefer im Roth | 10″ | 0‴ |
| wieder höher im Roth | 9″ | 3‴ |
| halb im Roth, und halb im Licht unter dem Roth | 10″ | 0‴ |
| hart unter Roth | 9″ | 9‴ |

Das Verhalten dieses Prismas kommt also dem der drei vorhergehenden nahe. Die beträchtliche Schwere und die starke Brechung und Farbenzerstreuung lassen vermuthen, dafs es bleihaltig sey, und davon mag auch seine gelbe Farbe herrühren.

XXXI. Versuch. Ein Prisma, No. 10., angeblich von deutschem Flintglase. Abstand des Therm. $5\frac{1}{2}$ Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 7″ | 0‴ |
| tiefer im Roth | 7″ | 2‴ |
| unter Roth, sogleich auf | 7″ | 5‴ |
| im Roth, sogleich zurück auf | 7″ | 2‴ |
| hart unter Roth | 7″ | 5‴ |
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth | 7″ | 6‴ |
| $\frac{1}{2}$ | 7″ | 4‴ |
| $\frac{1}{4}$ | 7″ | $5\frac{1}{2}$‴ |
| im vollen Roth | 7″ | 2‴ |
| Stand des Therm. am Ort der Versuche | 5″ | 10‴ |

Das deutsche Flintglas-Prisma verhielt sich also vollkommen so, wie die unter No. 2. und 3. vorgekommenen englischen Flintglas-Prismen;

die stärkste Erwärmung fand statt, wenn die Kugel des Thermoskops 3 Linien unter der Gränze des Roths stand.

XXXII. Versuch. Ein Prisma von gewöhnlichem Glase, No. 10. Abstand des Therm. 6 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth, das sehr trüb ist | 5″ | 0‴ |
| hart unter Roth sogleich auf | 3″ | 4‴ |
| ganz ausser dem Spectrum | 1″ | 8‴ |

XXXIII. Versuch. Ein Prisma von weifsem böhmischen Glase, No. 11., Abstand des Therm. $4\frac{1}{2}$ Fufs. Stand desselben im Schatten 5″ 0‴

*a*) Im Roth 10″ 7‴

hart unter Roth, so dafs noch ein rother Schein die Kugel traf 7″ 6‴

unter Roth, wo kein röthlicher Schein auf die Kugel fällt 7″ 2‴

*b*) Ein anderer, gröfserer brechender Winkel desselben Prismas.

| | | |
|---|---|---|
| Unter Roth | 7″ | 0‴ |
| im Roth | 9″ | $10\frac{1}{2}$‴ |
| im Gelb | 8″ | 6‴ |

XXXIV. Versuch. Ein anderes Prisma von weifsem Glase, No. 12. Das Therm. in 5 Fufs Abstand.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth | 12″ | 0‴ |
| hart unter Roth, so dafs noch ein röthlicher Schein die Kugel trifft | 10″ | 10‴ |

Diese drei Prismen verhielten sich also wie No. 1, 4 und 5; sie zeigten die gröfste Wärme, wenn die Thermometerkugel im vollen Roth stand.

Auch mit verschiedenen Flüssigkeiten wurden Versuche angestellt, von denen ich hier einige ausheben will.

XXXV. Versuch. Den 7ten Sept. 1806. Ein mit Wasser gefülltes Prisma, dessen brechender Winkel ungefähr 40° betrug. Die Glasscheiben, welche das Wasser einschlossen, hatten eine Breite von ungefähr 4 Zoll. Das Prisma wurde dem Normalstande so nahe als möglich gebracht, und das Farbenbild in einem Abstande von ungefähr 5 Fufs aufgefangen.

| | | |
|---|---|---|
| An der Gränze des Roths | 2″ | 7‴ |
| im Roth | 3″ | 6‴ |
| unterhalb des Roths ging es sogleich zurück | | |
| Im Roth | 3″ | 7‴ |

| | | |
|---|---|---|
| im Weifs, nahe über dem Gelb | 4″ | 6‴ |
| und nachher | 4″ | 9‴ |
| im Weifs, nahe unter dem Blau | 3″ | 9‴ |
| wieder ins Weifs über Gelb | 4″ | 7‴ |
| ins obere Weifs unter Blau | 5″ | 10‴ |
| wieder ins untere Weifs über Gelb | 4″ | 7‴ |
| in der Mitte des Weifs | 4″ | 10‴ |
| näher zum Gelb, doch noch immer im Weifs | 4″ | 10‴ |
| im Roth sogleich | 3″ | 6‴ |

XXXVI. Versuch. Dasselbe Wasserprisma. Das Therm. im Abstande von 4 Fufs. An einem andern Tage.

| | | |
|---|---|---|
| Im Weifs unter Blau | 7″ | 3‴ |
| im Weifs über Gelb | 7″ | 9‴ |
| im Weifs in der Mitte | 8″ | 9‴ |

Das farblose Licht in der Mitte des Spectrums erregte also die gröfste Wärme; nächstdem folgte das Licht oberhalb des Gelb. Im Roth hingegen war die Wärme viel geringer; die Differenz beträgt über einen Zoll. Merkwürdig ist noch, dafs die Temperatur im weifsen Felde unter dem Blau, der im Roth sehr nahe kommt; sie steht nur um 3 Linien höher. Ich darf nicht unerwähnt lassen, dafs ein zweites schwaches Gelb und Roth hart unter dem Blau, (welches Ritter an Glasprismen zuerst bemerkte), auch bei diesem Prisma vorkam.

Hier noch einige Versuche mit demselben Wasserprisma.

XXXVII. Versuch. Im Abstande des Therm. von 4 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Im weifsen Licht | 7″ | 3‴ |
| im Roth und Gelb | 6″ | 2‴ |
| unter Roth, obschon noch etwas Roth die Kugel oben trifft | 4″ | 3‴ |

XXXVIII. Versuch. Das vorige Wasserprisma. Abstand des Therm. 5 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Stand desselben am Ort des Versuchs | 0″ | $9\frac{1}{2}$‴ |
| Hart unter Roth | 1″ | 9‴ |
| im Roth und Gelb darüber | 3″ | 5‴ |
| im Weifs oberhalb des Gelb | 4″ | 0‴ |
| im Weifs unter dem Blau | 3″ | 7‴ |
| in der Mitte des weifsen Feldes | 4″ | $3\frac{1}{2}$‴ |
| hart über Gelb | 4″ | 0‴ |

| | | |
|---|---|---|
| im Roth und oben Gelb | 3″ | 6‴ |
| in der Mitte des Weifs | 4″ | 4‴ |

Hart unter dem Roth ist also immer eine viel geringere Wärme als im Roth und Gelb.

XXXIX. Versuch. Den 24. Aug. 1808. Dasselbe Wasserprisma, und der Abstand des Therm. 6 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Hart unter Roth | 7″ | 3‴ |
| im Roth | 9″ | 6‴ |
| im Gelb | 10″ | 6‴ |
| und zuletzt | 11″ | 3‴ |
| in der Mitte des weifsen Feldes | 11″ | 8‴ |
| im Roth | 9″ | 3‴ |
| im Gelb | 10″ | 6‴ |
| hart unter dem Blau | 9″ | 6‴ |
| im Gelb wieder | 10″ | 5‴ |
| im Roth, wo oben ein gelblicher Schein | 9″ | 5‴ |
| als nur Roth und Orange die Kugel traf | 9″ | 4‴ |
| hart unter Roth sogleich zurück auf | 7″ | $6\frac{1}{2}$‴ |
| und endlich auf | 6″ | 9‴ |
| Stand des Thermoskops im Schatten | 5″ | 5‴ |

Dieser Versuch bestätigt nicht nur die vorhergehenden, sondern erweist auch, dafs die Wärme im Gelb die im Roth übersteigt *), und zwar in erwähnten Abstand, (doch auch alle übrigen Bedingungen gleichgesetzt,) um 1 Zoll.

XL. Versuch. Das Prisma wurde mit einer Auflösung von Salmiak und ätzendem Quecksilber-Sublimat gefüllt, eine Mischung, welcher Blair in seiner Abhandlung über die aplanatischen Teleskope **) eine besonders starke Farbenzerstreuung zuschreibt, deren Anwendung daher, zur Vergleichung mit der Wirkung des Wassers, von Nutzen seyn konnte. Diese Auflösung war ganz farblos und klar, die Farbenzerstreuung wirklich sehr beträchtlich, und besonders auffallend war die grofse Ausdehnung des rothen Farbensaumes. Abstand des Therm. vom Prisma $4\frac{1}{2}$ Fufs.

*) Dieselbe Erfahrung hat Wünsch schon früher gemacht. S. Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin 1807. 1. Jahrgang 4. Heft. Auch bei mit Weingeist und Terpenthinöhl gefüllten Prismen fand er die gröfste Wärme im Gelb.

**) S. Gilbert's Annalen der Phys. B. VI. S. 129. u. f.

| | |
|---|---|
| *a*) Im Roth - - - - | 4″ 6½‴ |
| hart unter Roth - - - - | 2″ 10‴ |
| höher unter Roth, so daſs ein wenig Roth oben die Kugel trifft - - - - - | 3″ 3‴ |
| im Roth - - - - - | 4″ 8‴ |
| im mittleren weiſsen Licht, das aber nicht recht hell war | 4″ 6½‴ |

*b*) Das Thermoskop wurde bis auf 4 Fuſs dem Prisma genähert.

| | |
|---|---|
| Im Roth - - - - - | 5″ 5‴ |
| im Weiſs, in der Mitte des Bildes - - | 6″ 0‴ |
| wieder in Roth - - - - | 5″ 5‴ |
| wieder in Weiſs - - - - | 6″ 1‴ |

Die gröſste Wärme war also auch hier im Weiſs, und unter Roth eine geringere Wärme als im Roth.

XLI. Versuch. Dasselbe Prisma mit der Auflösung von Salmiak und ätzendem Quecksilber-Sublimat. Das Therm. in einem Abstande von 4 Fuſs.

| | |
|---|---|
| Im Violett, unten an der Kugel etwas Blau - - | 3″ 10‴ |
| tiefer im Blau - - - - - | 4″ 0‴ |
| Gelb und Roth - - - - | 5″ 11‴ |
| unter Roth - - - - - | 5″ 0‴ |
| - als etwas Roth oben auf die Kugel fiel - | 5″ 5‴ |
| im Roth und oben etwas Gelb - - - | 6″ 3‴ |

XLII. Versuch. Ein anderes hohles und gleichseitiges Prisma mit derselben Auflösung von Salmiak und Quesksilber-Sublimat.

| | |
|---|---|
| Im vollen Gelb - - - - | 11″ 3‴ |
| etwas tiefer gesenkt, doch noch im Gelb - - | 11″ 9‴ |
| und | 12″ 3‴ |
| tiefer in Orange - - - - | 12″ 6‴ |
| im vollen Roth - - - - | 11″ 5‴ |
| im vollen Gelb - - - - | 12″ 5‴ |
| tiefer, daſs Orange schon unten auf der Kugel - | 12″ 7‴ |
| und endlich | 12″ 11‴ |
| im vollen Roth - - - - | 11″ 1‴ |

Nach diesen beiden Versuchen scheint demnach der Ort der höchsten Wärme bei diesem brechenden Mittel zwischen Gelb und Roth, doch dem Gelben näher zu liegen.

XLIII. Versuch. Das vorige gleichseitige Prisma mit weifser concentrirter Schwefelsäure gefüllt. Abstand des Thermoskops von demselben 6 Fufs.

*a*) Unter Roth, so dafs kein röthlicher Schein die Kugel

| | | |
|---|---|---|
| trifft | 4″ | 7‴ |
| im Roth | 7″ | 8‴ |
| im Gelb, bleibt so | 7″ | 8‴ |
| wieder im Roth, bleibt | 7″ | 8‴ |

*b*) Nachdem das Thermoskop im Schatten auf 6 Zoll 9 Linien zurückgegangen war.

| | | |
|---|---|---|
| Im Gelb | 7″ | 0‴ |
| im Roth, sogleich auf | 7″ | 9‴ |
| ja bis | 8″ | 3‴ |
| im Gelb | 6″ | 11‴ |
| im vollen Roth | 7″ | 9‴ |
| im Roth, doch näher dem Gelb zu | 8″ | 3‴ |

ins volle Roth zurückgebracht, geht es nicht weiter.

Auch hier scheint das Maximum der Wärme zwischen Gelb und Roth zu fallen. Bemerken mufs ich jedoch, dafs die Versuche mit den letztgenannten beiden Flüssigkeiten zu den letzten gehörten, die unternommen wurden, und daher nicht so oft wiederholt worden sind, als wohl erforderlich gewesen wäre, da sie nicht unter den günstigsten Umständen angestellt wurden. Mit der Schwefelsäure ist nur dieser einzige Versuch gemacht worden.

*) In den vorstehenden Versuchen hatten die Prismen in der Regel die Normalstellung, und da die brechenden Winkel derselben immer nach unten gerichtet waren, so hatten die Farbenbilder, wenigstens im Anfang jeder Reihe der Versuche, den niedrigsten Stand.

Da nun aber, wie schon bemerkt worden, die prismatischen Farben bisweilen durch Drehen des Prismas um seine Achse auf das Thermoskop waren geführt worden, also mitunter nicht unbeträchtliche Abweichungen von jener Stellung vorgekommen waren, so war es nöthig zu wissen, welchen Einfluss dies auf die Resultate gehabt haben könnte, und überhaupt, ob die Wirkung auf das Thermoskop bei ganz entgegengesetzten Stellungen eine Aenderung erleide, nämlich beim möglich gröfsten und beim

*)Vorgelesen den 2. März 1820.

kleinsten Einfallswinkel des Lichtes, wodurch das Spectrum hier in beiden Fällen höher zu stehen kommen, im ersten jedoch enger zusammengedrängt, im letztern aber weiter ausgedehnt erscheinen mufste, als bei der Normalstellung.

Zu dem Ende wurden folgende vergleichende Versuche mit Prismen von Flint- und Crownglas unternommen.

XLIV. Versuch. Das Flintglas-Prisma No. 2. Abstand des Thermoskops von demselben 4 Fufs. Die Kugel im Violett gab in 3 verschiedenen, an demselben Tage angestellten Versuchen:

| | Beim kleinsten Einfallswinkel des Sonnenlichtes. | Beim gröfsten Einfallswinkel |
|---|---|---|
| *a*) | $1''\ 9'''$ | $1''\ 10'''$ |
| *b*) | $2''\ 1\frac{1}{2}'''$ | $2''\ 0'''$ |
| *c*) | $2''\ 3'''$ | $2''\ 4'''$ |

Der VI. Versuch oben wurde unmittelbar nach diesem angestellt, und wir haben gesehen, dafs dort, als das Prisma die Normalstellung hatte, das Thermoskop in einem Abstande von 7 Fufs 2 Zoll ebenfalls im Violett den Stand von 2 Zoll 3 Linien erreichte. Die Wirkung des Lichtes ist also in einem Abstande von 7 Fufs 2 Zoll bei der Normalstellung des Prismas so grofs im Violett als sie hier in den beiden entgegengesetzten Stellungen in derselben Farbe in 4 Fufs Abstand zuletzt gefunden wurde.

XLV. Versuch. Dasselbe Prisma. Das Thermoskop in 4 Fufs Abstand.

| Bei kleinem Einfallswinkel, wo nur Gelb und Roth im Spectrum vorhanden war. | | Bei grofsem Einfallswinkel, wo das Spectrum bis zu derselben Höhe wie vorhin gebracht worden. | |
|---|---|---|---|
| Mitten im Roth | $4''\ 8'''$ | *a*) Im Roth | $4''\ 8\frac{1}{2}'''$ |
| Hart unter Roth | $5''\ 0'''$ | Hart unter Roth | $5''\ 1'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll | $5''\ 0'''$ | Bei einem 2. Versuch. | |
| | | *b*) Im Roth | $5''\ 6'''$ |
| | | Hart unter Roth | $5''\ 9'''$ |
| Die Differenz hier | $4'''$ | Differenz im Mittel | $3\frac{3}{4}'''$ |

In 7 Fufs 2 Zoll Abstand *) war bei der Normalstellung die Diffe-

*) S. VI. Versuch oben.

renz zwischen der Wärme im Roth und hart unter Roth noch im Mittel $7\frac{1}{2}'''$ gewesen, und die Wärme war dort überhaupt in diesen beiden Theilen des Spectrums immer gröfser als hier, wo doch das Thermoskop dem Lichte um 5 Fufs 2 Zoll näher stand. Also die Wärme im Spectrum nimmt ab, wenn der Einfallswinkel des Lichtes gröfser oder kleiner wird, als bei der Normalstellung, aber der Ort der höchsten Wärme wird nicht verändert; er fällt beim Flintglase auch in den beiden entgegengesetzten Stellungen immer jenseits der Gränze des Roths.

XLVI. Versuch. Das vorige Flintglas-Prisma. Abstand des Thermoskops 7 Fufs.

Das Prisma in der Normalstellung.

| | | |
|---|---|---|
| *a*) Im vollen Roth | 6″ | 10‴ |
| Hart unter Roth | 7″ | 6‴ |
| Es ist kein Roth auf der Kugel sichtbar. | | |
| *b*) Im Roth - - | 7″ | 0‴ |
| Hart unter Roth | 7″ | 7‴ |

1. Differenz 8 Linien.
2. - 7 Linien.

Bei kleinem Einfallswinkel, wo nur Gelb und Roth, auch etwas Grün im Spectrum.

| | | |
|---|---|---|
| Im vollen Roth | 4″ | 3‴ |
| Hart unter Roth | 4″ | 7‴ |

Differenz 4‴

Beide Versuche wurden gleich nach einander angestellt, und bestätigen aufs vollkommenste den oben aufgestellten Satz.

XLVII. Versuch. Ein Prisma von weifsem böhmischen Glase, das oben No. 1 bezeichnete. Abstand des Therm. von demselben 4 Fufs. Das Zimmer ist ganz verfinstert, es fällt nur durch das Prisma, das hart am Laden liegt, Licht ein.

Die Normalstellung.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth und Gelb | 11″ | 9‴ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | 9″ | 6‴ |

Kleiner Einfallswinkel, so dafs nur Grün, Gelb und Roth im Spectrum sichtbar waren.

| | | |
|---|---|---|
| *a*) Im Roth - | 7″ | 0‴ |
| Hart unter Roth | 7″ | 3‴ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | 7″ | 1‴ |
| *b*) Im Roth - | 7″ | 4‴ |
| hart unter Roth | 7″ | 4‴ |

Dif-

Differenz 2″ 3‴, um welche es wärmer im Roth war.

Im ersten Fall war es demnach unter Roth wärmer, und im zweiten eben so warm als im Roth.

XLVIII. Versuch. Dasselbe Prisma. Abstand des Thermoskops 15 Fuſs.

| In der Normalstellung. | | Bei kleinem Einfallswinkel, wo nur Grün, Gelb und Roth sichtbar. | |
|---|---|---|---|
| Im Roth | 6″ 2‴ | Im Roth | 5″ 3‴ |
| ½ Zoll unter Roth | 5″ 6‴ | Hart unter Roth | 5″ 2‴ |
| | | Von ½ Zoll } unter Roth bis 5 Zoll } bleibt es | 5″ 2‴ |
| | | 5 Zoll unter Roth | 5″ 0‴ |

Differenz 8 Linien um welche es wärmer im Roth als unter Roth ist.

Auch hier ist es im vollen Roth wärmer, aber nur um 1 Linie.

XLIX. Versuch. Ein anderes Prisma von böhmischen Glase No. 4. *) Abstand des Therm. 10 Fuſs.

| In der Normalstellung. | | Bei kleinem Einfallswinkel wo nur Grün und Roth vorhanden. | | Bei groſsem Einfallswinkel, das Roth eben so hoch wie vorhin. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Im Roth | 3″ 5‴ | 1″ | 11‴ | 2″ | 1‴ |
| 1 Z. unter R. | 2″ 7‴ | 1″ | 7‴ | 2″ | 0‴ |

Die Differenz zwischen den beiden entgegengesetzten Stellungen betrug demnach im Roth 1 Linie. In der Normalstellung war aber die Wärme im Roth noch 1 Zoll 4 bis 6 Linien gröſser, und selbst 1 Zoll unter der Gränze des Roths ist es in der Normalstellung noch um 7 bis 12 Linien wärmer als in jenen beiden andern Stellungen.

L. Versuch. Dasselbe Prisma. Abstand des Therm. 4½ Fuſs.

| Normalstellung. | | Beim kleinsten Einfallswinkel. | | Beim groſsen Einfallswinkel. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Im Roth | 10″ 2‴ | Im Roth | 3″ 5‴ | Im Roth | 5″ 4‴ |
| Hart u. R. | 7″ 4‴ | ¼ Z. } ½ - } 1 - } unter R. | 3″ 5‴ | ¼ Z. unter Roth | 2″ 9‴ |
| | | Im Grün | 3″ 2‴ | | |
| Differenz | 2″ 10‴ | | | Differenz | 7‴ |

*) S. oben XX. Versuch.

Hier ist also bei grofsem Einfallswinkel dasselbe Verhältnifs, wie in der Normalstellung, die Wärme im Roth ist gröfser als unter dem Roth, aber die Differenz viel kleiner. Dagegen bei kleinem Einfallswinkel ist sie an beiden Orten gleich, und 1 Zoll unter Roth noch gröfser als im Grün.

Die Versuche mit diesen beiden dem Crownglase ähnlichen Prismen bestätigen also gleichfalls den oben aufgestellten Satz: dafs die Wärme in denselben prismatischen Farben bei der Normalstellung immer am gröfsten ist, und um so schwächer wird, je weiter das Prisma sich von dieser Stellung entfernt. Aber die Lebhaftigkeit der Farben, und die Intensität des Lichtes überhaupt ist dann auch viel schwächer, — was wohl zu merken ist.

Wir fanden ferner in den Versuchen mit diesen Prismen beim kleinsten Einfallswinkel, wo nur Roth, Gelb und Grün im Spectrum vorhanden waren, die Wärme im Roth und unter Roth zweimal gleich grofs, doch auch einmal gröfser, und einmal kleiner. Es mag deshalb noch ein, an einem günstigen Tage angestellter Versuch mit dem letztgenannten Prisma hier Platz finden.

LI. Versuch. Das Thermoskop in 15 Fufs Abstand. Das Spectrum hat nur Grün, Gelb und Roth.

| | |
|---|---|
| *a*) Im vollen Roth | $2''\ 3'''$ |
| hart unter Roth | $2''\ 2'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | $2''\ 1'''$ |
| Im Grün | $2''\ 1'''$ |
| *b*) Im Roth | $2''\ 3\frac{1}{4}'''$ |
| hart unter Roth | $2''\ 4'''$ |
| *c*) Im Roth | $2''\ 3'''$ |
| hart unter Roth | $2''\ 3'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | $2''\ 1\frac{1}{2}'''$ |

Nach diesen Versuchen kann die Wärme im Roth und hart unter Roth als beinahe gleich angesehen werden, $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth war sie aber immer kleiner, als im vollen Roth, im Mittel um $1\frac{3}{4}$ Linien.

Ich mufs hier bemerken, dafs das Roth in dieser Stellung des Prismas minder scharf begrenzt ist, als in der entgegengesetzten und in der Normalstellung, und dafs ein schwacher röthlicher Schein unter dem lebhaften prismatischen Roth, der niemals fehlt, hier deutlicher und lebhafter ist, als in irgend einer anderen Stellung des Prismas, was denn nothwen-

dig auch die Wirkung auf das Thermoskop an dieser Stelle erhöhen mufste,

Im allgemeinen bestätigen auch diese Versuche den zweiten Satz: dafs die Differenz der Wärme nahe an einander gränzender Theile des Farbenbildes immer kleiner wird, je weiter die Stellung des Prismas von der normalen abweicht, was eine Folge der gröfseren Zerstreuung des Lichtes und der Abnahme der Intensität desselben ist.

Vergleichen wir den 47sten Versuch mit dem 48sten, desgleichen den 50sten Versuch mit dem 51sten, wovon die beiden ersten kurz nach einander, die beiden letzteren an einem andern Tage, doch auch bald nach einander angestellt wurden, so ergiebt sich ferner, dafs je nachdem der Abstand des Thermoskops vom Prisma gröfser oder kleiner ist, die Wärme im Farbenbilde auch ab- und zunimmt, aber in demselben Verhältnifs nimmt auch die Intensität des Lichtes ab und zu.

Durch die in sämmtlichen Versuchen, vom 44sten bis 51sten gemachten Erfahrungen, erhalten die aus den früheren Versuchen gewonnenen Relultate nicht nur eine neue Bestätigung, sondern auch ein gröfseres Gewicht; denn es geht aus jenen hervor, dafs die Differenzen dort eher zu klein, als zu grofs gefunden worden sind, weil die Erhebung des Farbenbildes über dem Normalstand, diese mag nun durch Drehen des Prismas um seine Achse, oder durch veränderten Stand der Sonne bewirkt seyn, nicht einen begünstigenden, sondern nur einen nachtheiligen Einfluls auf die erhaltenen Resultate haben konnte.

Also die Unterschiede der Temperatur in den verschiedenen prismatischen Farben werden bei der Normalstellung der Prismen am deutlichsten seyn? — An klaren Tagen ohne Ausnahme. Anders ist es aber, wenn Dünste in der Luft schweben, und besonders wenn diese sich vor der Sonne zu sammeln anfangen. Dann fand ich mehrmals, selbst in dieser vortheilhaftesten Stellung des Apparats nur sehr geringe Unterschiede in der Wärme nahen an einander gränzender Farben, namentlich aueh zwischen denen der rothen und gelben Hälfte des Spectrums.

Das Licht der Sonne erscheint dann gelblich. Diesem Umstande glaubte ich vorzüglich die abweichende Wirkung zuschreiben zu müssen. Dies gab zu folgenden Versuchen Anlafs.

LII. Versuch. Ein Prisma von weifsem böhmischen Glase, welches an klaren Tagen immer die gröfste Wärme im Roth gab, No. 4. oben.

Normalstellung. Abstand des Therm. 6 Fufs. Stand desselben am Ort der Versuche $5'' 11'''$.

*a*) Ein orangefarbiges Glas an der inneren Fläche des Prismas befestigt.

| | |
|---|---|
| Im vollen Roth | $8'' 8\frac{1}{2}'''$ |
| hart unter Roth | $8'' 10'''$ |

*b*) Das orangefarbige Glas an der äufsern Fläche des Prismas. 1 Stunde später angestellt.

| | |
|---|---|
| Im Roth | $8'' 11'''$ |
| hart unter Roth | $9'' 0'''$ |

LIII. Versuch. An einem andern Tage. Dasselbe Prisma und dieselbe Vorrichtung, auch der Abstand derselbe. Stand des Therm. am Ort der Versuche $5''$.

Das orangefarbige Glas aufsen am Prisma.

| | |
|---|---|
| *a*) Im Roth | $6'' 7'''$ |
| hart unter Roth | $7'' 2'''$ |
| *b*) Im Roth | $6'' 7'''$ |
| hart unter Roth | $7'' 2'''$ |

Die Wärme unter Roth war also immer gröfser, aber die Differenzen sehr ungleich.

*c*) ohne farbiges Glas.

| | |
|---|---|
| Im Roth | $10'' 4'''$ |
| hart unter Roth bleibt es | $10'' 4'''$ |

Diese Versuche sind nicht weiter fortgesetzt worden, wie wohl nöthig gewesen wäre, da der letzte Versuch, wie wir sehen, nicht auf einen günstigen Tag gefallen ist. Aus diesen Versuchen scheint indessen zu folgen, dafs die Wirkung des prismatischen Roths durch das orangefarbige Glas mehr geschwächt wurde, als der Schein jenseits desselben, welcher durch das Glas gelblich gefärbt war. Denn dafs die Wirkung des prismatischen Lichtes überhaupt und dazu beträchtlich durch das farbige Glas geschwächt werde, geht entscheidend aus dem letzten Versuche hervor.

An denselben Tagen wurden auch einige Versuche mit dem Flintglasprisma No. 2. gemacht, in der Absicht zu erforschen, ob Farben der entgegengesetzten Seite, welche die prismatischen Farben der wärmeren Hälfte wo nicht aufheben, doch schwächen, eine bedeutende Veränderung hervorbringen würden.

LIV. Versuch. Abstand des Thermoskops 6 Fufs. Stand desselben am Ort der Versuche $5''\ 1'''$.

*a*) Eine violette Glasscheibe an der äufsern Seite des Flintglasprismas befestigt.

| | |
|---|---|
| Im Roth | $5''\ 4'''$ |
| hart unter Roth | $6''\ 2'''$ |

*b*) Das violette Glas an der inneren Seite des Prismas. Eine Stunde später angestellt.

| | |
|---|---|
| Im Roth | $6''\ 0'''$ |
| hart unter dem Roth | $6''\ 9'''$ |

Die Differenz war im ersten Versuch $10'''$, im zweiten $9'''$, und in beiden Fällen war die Wärme wie gewöhnlich bei diesem Prisma unter Roth gröfser als in Roth.

LV. Versuch. Dasselbe Prisma, eine blaue Glasscheibe an dessen äufseren Fläche befestigt. Abstand des Thermoskops wie vorhin.

| | |
|---|---|
| Im Roth | $7''\ 2'''$ |
| hart unter Roth bleibt es | $7''\ 2'''$ |

Durch das blaue Glas wurde also eine Gleichheit der Wärme an beiden sonst immer in der Wärmeerregung ungleichen Orten herbeigeführt; es war aber auch das prismatische Roth durch die Farbe des Glases sehr geschwächt, es war viel blässer. Bei dem vorigen Versuch mit dem violetten Glase war dies nicht in dem Grade der Fall gewesen; denn dies Glas gab selbst ein röthlich violettes Bild, und dies mag die Ursache seyn, weshalb dort die Wirkung, so wie die prismatische Farbe keine beträchtliche Veränderung erlitt, obwohl das Licht im Ganzen auch da geschwächt war, wie wir aus dem geringen Unterschied in der Erhöhung der Wärme im Farbenbilde über die Temperatur des Ortes der Versuche ersehen.

Welchen Einfluss wird eine Aenderung in der Temperatur der Luft auf die Erscheinungen haben? wie fallen die Differenzen der Wärme im Farbenbilde an warmen und kalten Tagen gegen einander aus? Es ist leicht vorauszusehen, dafs an den kalten Tagen die Wärme im Farbenbilde überall kleiner wird gefunden werden müssen, weil die Luft dann das sich im Licht erwärmende Thermometer schneller abkühlt, als an einem warmen Tage, und dafs also auch die Differenz in kleineren Zahlen ausgedrückt seyn wird. Das Verhältnifs der Grade der Wärme in den verschiedenen Farben des Spectrums bleibt jedoch immer dasselbe, man mag die Unter-

suchung an einem kalten oder warmen Tage anstellen, wenn nur alle übrigen Bedingungen gleich sind, — die Tage gleich klar sind, dasselbe Prisma angewendet wird, die Stellung die normale ist, der Abstand des Thermoskops und die Oeffnung im Laden oder am Prisma dieselben sind. Vergleicht man dann z. B. die blaue und violette Hälfte mit der rothen und gelben, so erhält man immer dieselben Differenzen.

Aus den sämmtlichen hier vorgelegten Beobachtungen und Versuchen ergiebt sich, dafs die Resultate durch brechende Mittel von verschiedener Natur und Beschaffenheit und nicht minder durch äufsere Einflüsse mannigfaltig abgeändert werden.

Minder auffallend werden nun auch die verschiedenen Angaben des Ortes der höchsten Wärme von den im Eingange genannten Naturforschern erscheinen. Diejenigen, die sich nicht gleicher Instrumente bedienten, konnten auch nicht gleiche Resultate erhalten. Es hat jedoch auch nicht an Beispielen gefehlt, wo Prismen von gleicher Art angewandt wurden, und verschiedene Beobachter auch verschiedene Resultate erhalten haben wollten. Wir wollen nun versuchen, ob durch eine genauere Beleuchtung und Vergleichung der von jenen Beobachtern gemachten Erfahrungen, zu denen wir auch die von Wünsch, Berard und Ruhland später gemachten, hinzufügen wollen, eine Aufklärung über die noch vorhandenen Widersprüche zu gewinnen sey.

Zuvor will ich hier kurz die Hauptresultate meiner Versuche zusammenstellen.

1) In allen prismatischen Farbenbildern findet Wärmeerregung statt, und diese ist jederzeit am schwächsten an der äufsersten Gränze des Violett.

2) Von dort an nimmt sie, wie man durch Blau und Grün nach der gelben und rothen Seite fortschreitet, zu, und

3) erreicht bei einigen Prismen ihr Maximum im Gelb, nameutlich beim Wasserprisma, S. Versuch 39, und nach Hr. Wünsch Erfahrungen auch bei mit Weingeist und Terpentinöl gefüllten Prismen.

4) Einige andere Flüssigkeiten, namentlich eine ganz klare Auflösung von Salmiak und Quecksilbersublimat, desgleichen concentrirte farblose Schwefelsäure, hatten das Maximum der Wärme in der Mitte zwischen Gelb und Roth, im Orange. S. Versuch 40 — 43.

5) Prismen von Crownglas und gewöhnlichem weifsen Glase haben die gröfste Wärme im vollen Roth. S. Versuch 1—5, 20, 21, u. s. w.

6) Bei einigen Glasprismen fällt das Maximum der Wärme in die Gränze des Roths, und diese scheinen schon bleihaltig zu seyn. S. Versuch 24 — 30.

7) Prismen von Flintglas haben das Maximum der Wärme jenseits des Roths, wenn die Kugel des Thermoskops aufserhalb dem wohlbegrenzten Farbenbilde steht. S. Versuch 6 — 18 und Versuch 31.

8) Die Wärme nimmt jenseits des Roths stetig ab, und bei allen Prismen ohne Ausnahme findet noch einige Zoll unter der Gränze des Roths Wärmeerregung statt. S. Versuch 2, 3, 7, u. s. w.

In den beiden ersten Sätzen stimmen alle Beobachter mit einander überein; nicht so in den folgenden. Mehrere haben es selbst für überflüssig gehalten, die Glasprismen, deren sie sich bedienten, näher zu bezeichnen, ohne Zweifel weil sie glaubten, jedes Farbenbild werde in der Wirkung dem andern gleich seyn. So hat Herschel nirgends angegeben, von welcher Glassorte das Prisma gewesen, mit welchem er die Entdekkung der gröfseren Wärme jenseits des Roths machte. So erfahren wir gleichfalls nicht, wie die übrigen Prismen, welche Herschel untersucht hat, sich gegen dieses verhalten haben. Herschel führt in den Philos. Trans. 1800. S. 442. blofs an, dafs er auch mit Prismen von einem weissen Glase, von Crown- und Flintglas und Wasser Versuche angestellt, und bei allen, wie er sich ausdrückt, „unsichtbare Wärmestrahlen jenseits der sichtbaren rothen Strahlen des Spectrums gefunden habe." Herschel giebt dort nur einige Beispiele von der Wärme $\frac{1}{2}$ Zoll und 1 Zoll jenseits des Roths, nicht aber von der im Roth selbst; es bleibt also ungewifs, wo das Maximum der Wärme bei diesen Prismen hinfallen möchte. Da Herschel in Mittheilung seiner Versuche nicht zu sparsam gewesen, so würde er wohl, wenn er mit diesen Prismen vergleichende Versuche über die Wärme an den eben benannten beiden Orten angestellt hätte, diese auch nicht vorenthalten haben. Ich vermuthe daher, dafs Herschel sich hier damit begnügt habe, blofs die Wärme jenseits des Farbenbildes zu untersuchen, und geschlossen habe, die Wirkung werde auch in allen übrigen Theilen des Farbenbildes der seines ersten Prismas gleich seyn. Es ist zu wünschen, dafs Herr Herschel sich hierüber bestimmt erkläre, und besonders auch darüber Auskunft gebe, ob das Prisma, dessen er sich gewöhnlich, und namentlich zu den ersten Versuchen bedient hat, von Flintglas gewesen sey, wie ich nach meinen Erfahrungen glauben mufs.

Auch bei seinen übrigen Versuchen hat Herschel das Thermometer nicht in alle prismatischen Farben gebracht, sondern nur ins Violett, Grün, Roth, jenseits des Roths und einmal auch jenseits der Gränze des Violetts; daher ihm denn die Entdeckung, dafs bei einigen Prismen das Maximum der Wärme in Gelb und Orange fällt, entgehen mufste.

Herr Englefield, welcher Herschel's Erfahrung bestätigte, hat sich nur Eines Prismas *) bedient, aber auch dieser hat nicht angegeben, ob es von Flintglas oder einer andern Glassorte gewesen sey.

Rochon und Leslie sind die Einzigen, welche ausdrücklich erwähnen, dafs sie zu ihren Versuchen Flintglas-Prismen angewendet haben. Aber Rochon hat sein Thermoskop niemals über die Gränze des prismatischen Farbenbildes hinausgeführt, und Leslie führt nur Einen, schon 1797 angestellten Versuch an **), woraus man wenigstens nicht ersieht, dafs er damals über die Wärme jenseits des Spectrums Untersuchungen angestellt habe, so wie dies denn überhaupt niemand vor Herschel'n scheint gethan zu haben. Herr Leslie versichert zwar weiter unten ***), dafs er die Versuche Herschel's, gleich nachdem ihm die erste Notiz davon zugekommen, mit seinem höchst empfindlichen Photometer wiederholt, aber weder über, noch unter, noch neben dem Farbenspectrum die mindeste Wirkung wahrgenommen habe. — Wie Herr Leslie bei Anwendung dieses allerdings sehr empfindlichen Instruments die Wärmeerregung jenseits der rothen Hälfte des Farbenbildes entgehen konnte, weifs ich nicht zu erklären. Denn selbst wenn man annehmen wollte, Herr Leslie habe die Gränze des Roths tiefer gesetzt als Herschel, der hierin Newton gefolgt ist, so läfst sich doch nicht wohl voraussetzen, dafs Leslie diese mehrere Zoll unter dem lebhaften Roth verlegt haben werde, ohne sich darüber zu erklären. Dafs aber auch hier noch Wirkung auf das Thermoskop statt finde, haben die obenstehenden Versuche aufser Zweifel gesetzt. Eine andere Erklärung jenes abweichenden Resultats zu suchen, würde um so vergeblicher seyn, da es Herrn Leslie nicht gefallen hat, uns mit dem Detail seiner Versuche bekannt zu machen.

Herr

*) S. Gilbert's Annalen der Phys. B. XII. S. 400.

**) S. Gilbert's Annalen. B. X. S. 92. u. 93.

***) A. a. O. S. 94.

Herr Wünsch, welcher gleichfalls als Gegner von Herschel aufgetreten ist, behauptet in der Zusammenstellung der Resultate seiner Versuche *) dafs alle seine Prismen, ganz nahe am rothen Saum, jedoch ausserhalb desselben, allemal die schwächste Erwärmung gegeben hätten, eine stärkere im Roth, und eine noch stärkere im Gelb. Die von Herrn Wünsch angeführten Versuche bestätigen dies jedoch keinesweges. Nur bei Wasser-, Weingeist- und Terpenthinöl-Prismen fand er die gröfste Wärme im Gelb. Die Glasprismen, mit denen Herr Wünsch experimentirt hat, verhielten sich anders. Das erste, ein schwach grünlich gefärbtes, gab die gröfste Wärme im vollen Roth **); es verhielt sich also wie meine Prismen No. 1, 4, 5, 10, 11 und 12. Das zweite, ein gelbliches Prisma, erregte die gröfste Wärme im Schein an der Gränze des rothen Lichtes***), und eben so scheint ein drittes ganz farbloses Prisma sich verhalten zu haben, dessen Herr Wünsch a. a. O. S. 202. erwähnt, wovon er jedoch das Beobachtungsdetail nicht mitgetheilt hat. Diese beiden Prismen scheinen demnach den meinigen, mit No. 6, 7, 8 und 9 bezeichneten, in der Wirkung gleich gewesen zu seyn. Prismen von Flintglas hat Herr Wünsch nicht angewendet; wir finden daher auch über den oben aufgestellten 7ten Satz hier keine weiteren Aufschlüsse, wohl aber eine Bestätigung des 3ten, 5ten und 6ten Satzes.

Eine abweichende Beobachtung des Herrn Wünsch kann ich hier nicht unerwähnt lassen, um so weniger, da sie als eine Bestätigung einer früher schon von Rochon gemachten Erfahrung angesehen werden kann. Herr Wünsch hat nämlich einigemal bemerkt, dafs sein gelbliches Prisma eine eben so grofse Wärme im Orange erregte, als an der Gränze des Roths, und dafs dann die Wärme in dem zwischen diesen beiden Punkten liegende Roth geringer war ****). Dies ereignete sich nur dann, wenn Herr Wünsch sich einer 5zölligen Linse zur Concentration des farbigen Lichtes bediente, nicht aber wenn er das prismatische Orange unmittelbar auf das Thermometer fallen liefs, wie sich aus der Vergleichung seines

*) S. Magazin der Gesellsch. Naturf. Freunde zu Berlin. I. Jahrg. 3. Heft, S. 203.

**) S. dessen 1ster, 2ter und 3ter Versuch.

***) S. dessen 8, 9, 10, 17, 18 und 20ster Versuch.

****) A. a. O. 8ter und 9ter Versuch.

8ten und 9ten Versuchs mit dem 10ten ergiebt. Ob die Abweichung durch die Linse hervorgebracht wurde, wie man wohl vermuthen möchte, oder von andern Umständen herrührte, verdiente genauer untersucht zu werden; doch sollte man dann auch vergleichende Versuche mit achromatischen Linsen anstellen, da die einfachen Farbensäume erzeugen, welche wohl nicht ohne Einfluss auf die Resultate bleiben möchten.

Herr Rochon führt in seinem *Recueil de Mémoires sur la Mécanique et la Physique. Paris* 1785. S. 352. u. f. 15 Versuche über die Wärme-Unterschiede im Roth und im Orange seines Flintglasprisma an, und er fand 12 mal die Wärme zwischen Gelb und Roth, im *jaune orangé*, wie er es nennt, gröfser als im Roth, doch 3 mal auch kleiner. Herr Rochon hat sich zwar eines Luftthermometers bedient, doch scheint die Kugel desselben nicht geschwärzt gewesen zu seyn, und dies mag ihn wohl genöthigt haben, eine Linse anzuwenden, um deutlichere Resultate zu erhalten. S. 351. a. a. O. sagt er auch ausdrücklich, dafs er sich einer Linse bedient, und diese nach der Höhe der Sonne geneigt und gerichtet habe.

Unter den wenigen von Herrn Englefield angeführten Beobachtungen kömmt eine ähnliche Abweichung vor, obwohl an einer andern Stelle; die Wärme wurde im 1sten Versuch *) an der Gränze des Roths kleiner gefunden als im Roth, doch tiefer unter der Gränze wieder gröfser. Aber Herr Englefield hatte das Licht gleichfalls durch eine Linse concentrirt, die 4 Zoll im Durchmesser hatte.

In der ganzen Reihe meiner Versuche finde ich nicht einen einzigen Fall, wo die Wärme im Orange gröfser als im Roth gewesen wäre; aber ich habe mich auch niemals einer Linse bedient, weil diese bei meiner Vorrichtung ganz unnöthig war.

Von Herrn Berard's Untersuchungen ist mir nur so viel bekannt, als in dem Bericht der Commission des Instituts über dieselben **), und in Biot's Physik ***) enthalten ist. Nirgends finde ich angegeben, von welcher Glassorte das Prisma des Herrn Berard gewesen sey, und ob auch mit mehreren andern Prismen Versuche gemacht worden. Wäre dies nicht geschehen, so würde folgen, dafs das von ihm gebrauchte Prisma zu den

*) S. Gilbert's Annalen d. Phys. B. XII. S. 403.

**) Gilbert's Annalen d. Phys. B. XLVI. S. 382. u. f.

***) Traité de Physique. T. IV. p. 602. u. f.

oben im 5ten Satz angeführten gehöre. Denn Herr Berard fand das Maximum der Wärme an der Gränze des Roths, doch mufste die Thermometerkugel noch mit rothem Lichte bedeckt seyn.

Nach Herrn Berard hat auch Herr Ruhland Versuche über die Erwärmung im prismatischen Sonnenbilde unternommen, wie man in seiner, von der hiesigen Königl. Akademie gekrönten Preisschrift *) angeführt findet. Er sagt dort, dafs er den Ort des Wärmemaximums veränderlich gefunden habe; bei einigen Glasprismen, (die er aber nicht näher bezeichnet), und bei einem Prisma aus Borax habe er das Maximum über das Roth hinausfallend, bei andern im Roth, und bei mehreren flüssigen Körpern im Gelb gefunden. In wie fern nun die Versuche des Herrn Ruhland die meinigen bestätigen, läfst sich nicht entscheiden, da er unterlassen hat, von seinen Beobachtungen und Versuchen eine umständliche Beschreibung zu geben **).

Von den Versuchen Landriani's und Senebier's ist uns wenig bekannt. Senebier sagt: die Wärme im Roth sey immer gröfser als im Violett gewesen, zuweilen aber auch im Gelb gröfser als im Roth. Er scheint Quecksilber-Thermometer mit ungeschwärzter Kugel gebraucht zu haben, daher denn auch die Differenzen sehr klein ausgefallen sind; z. B. zwischen Violett und Roth nur $\frac{1}{10}$ Grad Reaumür. Sein Prisma, sagt er, sey ein englisches gewesen, ob aber von Crown- oder Flintglas giebt er nicht an.

Aus allem was hier über die Untersuchungen der genannten Naturforscher bemerkt worden, geht hervor, dafs die scheinbar gröfsten Widersprüche in den Beobachtungen und Behauptungen derselben, gerade vom geringsten Gewicht waren, dafs aber mehrere Erfahrungen, die, einzeln betrachtet, widersprechend zu seyn schienen, mit andern verglichen, und gleiches zu gleichem gestellt, zur Bestätigung neuer oder doch nicht gehörig betrachteter Thatsachen dienten.

*) Ueber die polarische Wirkung des gefärbten heterogenen Lichtes. Berlin 1817. S. 50.

**) Bei meinem Aufenthalt in München im Sommer 1814. hatte ich Herrn Ruhland und Herrn Gehlen meine Erfahrungen über das Flintglas, Crownglas und Wasser mitgetheilt, und aufgefordert zu untersuchen, ob das Flintglas aus Benedictbayern, wovon die Königl Akademie in München vortreffliche Prismen besitzt, sich wie die englischen Flintglasprismen verhalten werde, deren ich mich bedient hatte. Ich habe nicht erfahren, wie das Resultat ausgefallen ist. Damals hatte Herr Ruhland noch keine Versuche über die Wärme im Spectrum angestellt.

Dafs jedoch die oben stehenden, aus meinen Versuchen abgeleiteten Sätzen noch nicht alle Fälle umfassen, werde ich nun durch einige, auch noch in anderer Beziehung beachtenswerthe Versuche darthun.

Ich hatte ein Prisma von weifsem gewöhnlichen Glase zu einem besondern Behuf auf zwei Seiten matt schleifen lassen. Eine dieser Flächen war in dem Grade durchscheinend, dafs wenn das Sonnenlicht durch diese und die dritte Seite, welche ihre Politur behalten hatte, fiel, ein ziemlich lebhaftes prismatisches Farbenbild entstand. Mit diesem Instrument wurden nun folgende Versuche angestellt.

LVI. Versuch. Das Prisma in der Normalstellung. Das Thermoskop in einem Abstand von 6 Fufs.

Stand desselben beim Anfang des Versuchs aufser dem Farbenbilde - - - - - $5''\ 3'''$

| | |
|---|---|
| 1 Zoll über Violett | $5''\ 3'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll über Violett, bleibt | $5''\ 3'''$ |
| hart über Violett, desgl. | $5''\ 3'''$ |
| im Violett | $5''\ 4'''$ |
| - Blau und Violett | $5''\ 7\frac{1}{2}'''$ |
| tiefer im Blau | $5'''\ 6'''$ |
| im Grün und Blau | $5''\ 7'''$ |
| - Gelb und Grün | $5''\ 8'''$ |
| - Roth | $5''\ 10'''$ |
| hart unter Roth | $6''\ \frac{1}{2}'''$ |

doch hatte die Kugel oben noch etwas Roth.

| | |
|---|---|
| tiefer unter Roth | $6''\ 7'''$ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth bleibt es | $6''\ 7'''$ |
| 1 | $6''\ 2'''$ |
| $1\frac{1}{2}$ | $6''\ \frac{1}{2}'''$ |
| 2 | $5''\ 8'''$ |
| 3 | $5''\ 6'''$ |
| 4 | $5''\ 6'''$ |
| Aufser dem Spectrum in gleicher Höhe | $5''\ 5'''$ |

Die Differenz zwischen Violett und dem Maximum unter Roth betrug $1''\ 3'''$ und die Differenz zwischen Roth und $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth $9'''$.

LVII. Versuch. Dasselbe Prisma in der Normalstellung. Das Thermoskop in 5 Fufs Abstand.

| | | |
|---|---|---|
| Am Ort der Versuche | 2″ | 2‴ |
| Im Roth | 2″ | 6‴ |
| ½ Zoll unter Roth | 3″ | 4‴ |
| Im Roth geht es sogleich zurück auf | 2″ | 7‴ |
| und | 2″ | 6‴ |
| 1½ Zoll unter Roth bleibt es | 2″ | 6‴ |
| 1 | 2″ | 10‴ |
| ½ | 3″ | 4‴ |
| hart unter Roth | 3″ | 5‴ |

die Kugel hatte oben etwas Roth.

| | | |
|---|---|---|
| ½ Zoll unter Roth | 3″ | 4‴ |

Die Differenz zwischen Roth und ½ Zoll unter Roth also 10‴.

Das Thermoskop war gesenkt und gehoben worden. Um nun mögliche Zweifel zu heben, wurde das Thermoskop auch aufser dem Spectrum höher und tiefer gestellt, und es wurde gefunden, dafs die Luft des Zimmers gegen den Boden zu kälter war. Dieser Versuch ist also entscheidend.

LVIII. Versuch. An einem andern Tage. Dasselbe Prisma. Das Therm. in 5 Fufs Abstand.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth und Gelb | 3″ | 4‴ |
| ¼ Zoll unter Roth | 3″ | 10‴ |
| ½ | 3″ | 10½‴ |
| ¾ | 3″ | 10‴ |
| 1 | 3″ | 6‴ |
| ½ | 3″ | 10½‴ |
| Im Roth | 3″ | 5‴ |
| ½ Zoll unter Roth | 3″ | 10½‴ |

Von einer beträchtlichen Anzahl Versuche, die noch angestellt wurden, gaben alle dasselbe Resultat; immer war die Wärme unter Roth gröfser, als im Roth, und zwar um 3, 5, 8 und 10 Linien, je nachdem der Abstand gröfser oder kleiner, oder die Luft mehr oder minder frei von Dünsten war.

LIX. Versuch. Das nämliche Prisma, dessen matte Fläche polirt worden war, so dafs nun die Brechung durch zwei polirte Flächen geschah. Normalstellung. Therm. in 6 Fufs Abstand.

| | | |
|---|---|---|
| Stand desselben am Ort der Versuche | 4″ | 0‴ |
| Im Roth | 8″ | 2‴ |

| | | |
|---|---|---|
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth sogleich auf | 7″ | 6‴ |
| und | 7″ | 5‴ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | 7″ | 0‴ |
| und | 6″ | 9‴ |

*b*) Ich liefs das Thermoskop auf 6″ 3‴ zurückgehen.

| | | |
|---|---|---|
| Im Roth und oben Gelb | 7″ | 10‴ |
| etwas tiefer im Roth, bis fast zur Gränze | 8″ | 2‴ |
| noch tiefer, so dafs ein Theil des Lichtes unter Roth auf den untern Theil der Kugel fällt | 8″ | 1‴ |
| hart unter Roth, so dafs noch ein röthlicher Schein oben die Kugel trifft | 7″ | 9‴ |
| $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth | 7″ | 3‴ |

Die Wirkung dieses Glases ist also durchs poliren verändert worden, und wir sehen nun das Maximum der Wärme entschieden im Roth, und hier um 11 Linien höher als $\frac{1}{4}$ Zoll unter Roth.

LX. Versuch. Dasselbe polirte Prisma. Therm. in 4 Fufs Abstand.

| | | |
|---|---|---|
| Stand am Ort der Versuche | 3″ | 6‴ |
| Im Roth | 9″ | 3‴ |
| hart unter Roth, so dafs noch ein röthlicher Schein oben die Kugel trifft | 9″ | 4‴ |
| wieder im Roth zurück | 9″ | 9‴ |
| etwas höher | 10″ | 0‴ |
| hart unter Roth | 9″ | 5‴ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | 8″ | 9‴ |

LXI. Versuch. Dasselbe polirte Prisma. Therm. im Abstand von 6 Fufs.

| | | |
|---|---|---|
| Stand desselben am Ort der Versuche | 7″ | 6‴ |
| Im Roth | 12″ | 5‴ |
| $\frac{1}{2}$ Zoll unter Roth | 11″ | 9‴ |
| höher unter Roth | 12″ | 4‴ |
| hart unter Roth | 12″ | $4\frac{1}{2}$‴ |
| ganz im Roth | 12″ | 8‴ |
| hart unter Roth | 12″ | 4‴ |

Alle Versuche, die mit diesem Prisma noch angestellt wurden, gaben dasselbe Resultat; jederzeit fiel bei Anwendung des polirten Prismas das

Maximum der Wärme eben so entschieden ins volle Roth, als wir es bei dem mattgeschliffenen aufser demselben liegend fanden.

Es drängt sich hier nun zuerst die Frage auf: ob denn die Gränzen des prismatischen Roths in beiden Fällen, sowohl bei dem mattgeschliffenen als bei dem polirten Prisma, dieselben waren? Mehrmals hatte ich bei Anwendung gewöhnlicher Prismen bemerkt, dafs wenn plötzlich eine so dünne Wolke vor die Sonne trat, dafs noch ein Farbenbild zu erkennen war, dies immer schmäler erschien als das der hellen Sonne. Um mich auf die kürzeste Weise zu überzeugen, ob dies bei dem mattgeschliffenen Prisma auch der Fall sey, benetzte ich die matte Fläche mit Weingeist. Ich erhielt dadurch ein viel lebhafteres Farbenbild, aber die Gränze des Roths fiel nun zugleich, in einem Abstande von 6 Fufs aufgefangen, um 2 pariser Linien tiefer als vorher. Dasselbe mufs nothwendig auch bei dem polirten Prisma statt gefunden haben; vielleicht wurde die Gränze des rothen Bildes hier noch tiefer herabgerückt, und es könnte dann dessen Mitte genau auf denselben Punkt gefallen seyn, wo wir beim mattgeschliffenen Prisma das Maximum der Wärme, aber nur noch einen schwach röthlichen Schein fanden, den man gewöhnlich bei der Bestimmung der Farbengränze des Spectrums nicht mitzuzählen pflegt. Durch genaue Messungen hierüber zur Gewifsheit zu gelangen, war mir wegen Mangel dazu nöthiger Apparate nicht möglich.

Aus diesen Versuchen glaube ich schliefsen zu müssen, dafs die tiefste rothe Farbe des Spectrums durch die matte Fläche in dem Grade geschwächt worden, dafs sie nun keine deutliche Gränze mehr bildete, wodurch denn das prismatische Sonnenbild kürzer erscheinen mufste als beim polirten Prisma.

Was hier äufsere Umstände bewirkten, müssen beim Flintglasprisma innere gethan haben; denn die Politur desselben war sehr gut erhalten, das Farbenbild auch sehr lebhaft und wohl begränzt. Ein schwach röthlicher Schein jenseits der Gränze des lebhaften Roths fehlte auch hier nicht, wie in der That bei keinem Prisma, doch schien er mir beim Flintglas-Prisma etwas lebhafter zu seyn, als bei den mehresten meiner übrigen Prismen. Von diesen Scheinen unten mehr. — Ob die Verlegung des Maximums der Wärme beim Flintglas-Prisma in diesen schwach gefärbten Schein eine Folge der durch den Bleigehalt bewirkten gröfseren Farbenzerstreuung und der daraus erfolgenden Schwächung des letzten tiefen Roths

sey, oder von irgend einer andern Trübung im Innern herrührte, hat sich nicht ausmitteln lassen. Vielleicht wirkte auch beides zusammen. Dafs nicht jede Trübung im Innern der Gläser eine solche Wirkung hervorbringt, zeigt der 22ste Versuch, mit einem Prisma das voller feiner Bläschen war, und ein sehr getrübtes Farbenbild gab, wo dem ungeachtet das Maximum der Wärme ins Roth fiel.

Erwägen wir nun genauer, was die Versuche mit dem Flintglase und auch die mit dem Crownglase bestätigend aussagen, so ergiebt sich als Hauptresultat: dafs die Gränzen des prismatischen Sonnenbildes nicht blofs, wie gewöhnlich angenommen worden, auf die Gränzen der lebhafteren Farben, wo diese mit etwas schwächer gefärbten Fransen endigen, beschränkt seyen, sondern dafs das Sonnenlicht sich weiter, und mindestens bis dahin erstrecken müsse, wo die gröfste Wirkung statt findet, wenn gleich dort mit blofsem Auge keine, oder doch nur eine höchst schwache Farbe wahrgenommen werden sollte. Dafs Licht hier vorhanden ist, leidet keinen Zweifel, und zwar, wie man jetzt noch hinzusetzen mufs, sichtbares Licht, da mehrere Physiker, ohne Rücksicht auf die immer gröfser werdende Sprachverwirrung, auch unsichtbare Lichtstrahlen glauben annehmen zu müssen, welche unsere Augen nur nicht empfindlich genug wären zu erkennen. Wenn die Wirkungen, die jenseits der beiden Enden des Farbenbildes wahrgenommen werden, zu diesen unsichtbaren Lichtstrahlen etwa Anlafs gegeben haben sollten, so möchten sie wohl schon deshalb überflüssig seyn, weil unser Auge wirklich weit empfindlicher für die Einwirkung des Lichtes ist, als alle unsere Thermometer, Salze und Leuchtsteine. Also sichtbares Licht wird noch jenseits der bisherigen Gränzen des Farbenbildes gefunden, und erstreckt sich noch bis in beträchtlicher Entfernung jenseits derselben, nimmt allmählig ab, und in demselben Verhältnifs sehen wir auch die Wirkung auf die Körper abnehmen, diese bestehe nun in der Erwärmung, wie jenseits des Roths, oder in der chemischen Wirkung, wie jenseits des Violetts. Diefs Licht werden wir also auch als das hier Wirkende anzusehen, keinen Anstand nehmen dürfen; denn wo diefs fehlt, da hört alle Wirkung auf. Die Annahme eigener aus der Sonne strömenden chemischen Strahlen hat wenig Beifall gefunden; mehr die der Wärmestrahlen. Aber mit den einen

ste-

stehen und fallen auch die andern; giebt man die einen nicht zu, so wird man auch die andern nicht gelten lassen können.

Hier mufs ich noch einiges die Scheine jenseits des Farbenbildes betreffend bemerken. Nicht blofs schlechte Prismen, wie Herr Wünsch meint, sondern auch die allerbesten haben einen Lichtschein ober- und unterhalb des Farbenbildes. Es giebt aber zweierlei Arten von Scheinen; die einen lebhaft strahlend und mit wohl zu erkennender Begränzung kommen bei Prismen vor, die Streifen und Wellen im Innern haben, rühren aber oft auch nur von unregelmäfsiger Zerstreuung des Lichtes an den Kanten der Prismen her. Solche Prismen müssen von diesen Versuchen ausgeschlossen oder die Fehler durch Bedeckung der Kanten verbessert werden. Die andere Art von Scheinen findet man bei allen Prismen ohne Ausnahme, auch bei denen, wo die Gränzen des lebhaften Farbenbildes am deutlichsten sind. Der Schein unter dem Roth ist, wie schon mehrmals erwähnt worden, blafs röthlich, und der über dem Violett sehr blafs violett. Diese schwachen Farben, (die durch Linsen concentrirt, erst recht deutlich werden), nehmen mit der Entfernung vom Hauptfarbenbilde ab, und verlieren sich ins farblose, und in gleichem Maafse nimmt das Licht ab, so dafs keine Gränze dieser Scheine anzugeben ist.

Diese Scheine hat Newton schon bemerkt; er erwähnt aber ausdrücklich, dafs er auf dieselben bei seinen Messungen keine Rücksicht genommen habe, weil er glaube, dafs dies Licht gröfstentheils von den Wolken herrühre, und unregelmäfsig zerstreutes sey. — Und so hat denn auch Herschel, der diese Stelle citirt **), auf dieses Licht und diesen Schein, obwohl er in demselben eine so beträchtliche Wirkung fand, keine Rücksicht genommen. Ja selbst als er da, wo sein Prisma die höchste Wärme erregte, mittelst einer Concentrirlinse die rothe Farbe dieses Scheins bemerkte ***), so hielt er für wahrscheinlicher, dafs die unsichtbaren Strahlen durch Concentration sichtbar gemacht werden könnten, als dafs das hier vorhandene Licht wohl die Ursache der Erwärmung seyn möchte. — Die Ueberzeugung, dafs das Sonnenlicht innerhalb der von

*) S. Optices. Lib. I. Propos. II. Exp. III.

**) Philos. Trans. 1800. S. 319.

***) A. a. O. S. 317., und Harding's Uebers. S. 103.

Newton abgesteckten Gränzen des Farbenbildes vollständig zerlegt sey, und dafs also jenseits desselben kein Licht weiter zu suchen sey, als höchstens zufällig und unregelmäfsig zerstreutes, mag wohl die Ursache gewesen seyn, weshalb Herschel bei seinen Versuchen über das Erleuchtungsvermögen der prismatischen Farben, den Raum jenseits derselben zu untersuchen unterlassen hat; wir finden wenigstens in seinen mit dem Mikroskop angestellten Versuchen keinen hierüber. Ob dort Licht vorhanden sey, und wie grofs dessen Erleuchtungsvermögen sey, ist also unentschieden geblieben.

Als einer der wichtigsten Gründe für die unsichtbaren Wärmestrahlen im Sonnenlicht, könnte das Resultat in Herschel's 18ten Versuch *) angesehen werden; ich darf diesen daher hier nicht mit Stillschweigen übergehen. Herschel liefs auf eine Linse von 9 Zoll Durchmesser, die zur Hälfte mit Pappe bedeckt war, die prismatischen Farben auf die Bedeckung, und alles Licht in einem Abstande von $\frac{1}{5}$ Zoll von der Gränze des Roths durch die Linse fallen, und versichert, dafs nicht die geringste Farbe und keine Spur von Licht auf der Thermometerkugel zu sehen gewesen sey. Dafs Herschel hier kein Licht wahrgenommen habe, wird wohl Niemand bezweifeln; aber kann nicht irgend ein Umstand Veranlassung gegeben haben, dafs es ihm entgehen mufste, z. B. dadurch, dafs das nur schwach gefärbte Licht auf eine schwarze Kugel fiel, oder dafs das Auge, kurz vorher einem lebhaften Licht ausgesetzt, minder empfindlich war u. s. w. Wenn Newton selbst bei einer Oeffnung im Laden von $\frac{1}{3}$ Zoll noch bis auf einem Abstand von $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ Zoll jenseits der Gränzen des Farbenbildes mit blofsen Augen jenen Schein erkannte, wie viel mehr Licht müfste hier vorhanden seyn, da Herschel ein ganz unbedecktes und noch dazu ziemlich breites Prisma anwandte. Ich habe unter gleichen Umständen und in viel gröfsern Abständen hier Licht gefunden.

Herschel führt noch eine grofse Zahl von Versuchen mit farbigen Gläsern an, welche seiner Theorie von eigenen, aus der Sonne strömenden Wärmestrahlen zur Bestätigung dienen sollen, So interessante Thatsachen sie auch enthalten, so wenig scheinen sie mir über den Hauptpunkt des Streites zu entscheiden. Diese Versuche einer näheren Betrachtung zu unterwerfen, würde hier zu weit führen; vielleicht habe ich ein anderesmal Veranlassung darauf zurückzukommen.

*) A. a. O. S. 317. und Harding's Uebers. S. 103.

Bei dieser Gelegenheit will ich nur im Allgemeinen bemerken, dafs Untersuchungen über die Wirkung farbiger Gläser, so wie des farbigen Lichtes überhaupt, immer nur unbefriedigende, ja verwirrende Resultate geben werden, so lange man nicht auf den polaren Gegensatz im farbigen Lichte Rücksicht nimmt. Der Einfluſs dieses Gegensatzes erstreckt sich auf alle Funktionen des Lichtes, bei jeder ist er ein anderer, keine Wirkung kann also zum Maafs der andern dienen, die auf das Auge eben so wenig als irgend eine andre; es ist vielmehr sehr darauf zu achten, dafs auch das Auge bei diesen polaren Einwirkungen auf verschiedene Weise thätig ist.

Wenn wir mit farblosem Lichte operiren, so sehen wir die Wirkungen auf die Körper in dem Verhältnisse ab- und zunehmen, wie die Intensität des Lichtes ab- und zunimmt. Aber alles ist anders, nachdem das Licht zu einer bestimmten Farbe gelangt ist; da entscheidet die Intensität des Lichtes nicht mehr allein. Gläser und farbige Flüssigkeiten, welche eine gleiche Menge Licht hindurch lassen, welche auch von gleicher Intensität der Farbe sind, können ganz entgegengesetzt wirken, wenn farbige Lichter mit einander verglichen werden, die den entgegengesetzten Farbenhälften angehören. Und dies eben ist ein Beweis, dafs der Gegensatz in den Farben, welche Goethe entdeckt, und wegen der Analogie mit der Polarität am Magnet u. s. w. einen polaren genannt hat, nicht bloſs ein äufserer ist, sondern dafs sich in diesem Gegensatz ein im innersten Wesen veränderter Zustand des Lichtes offenbart.

Bei farbigen durchsichtigen Körpern wird das Gesetz, dafs die Wirkung des Lichtes in geradem Verhältnifs mit der Intensität desselben ab- und zunimmt, nur so lange gelten, als die Farben von gleicher Art sind, und nicht beträchtlich von einander abweichen. Ich sage, nicht beträchtlich; denn die Farben verändern sich, und gehen in andere über, wie sie tiefer werden, Gelb geht in Roth, und Blau in Violett über, was bei Vergleichung der Wirkung von Farben derselben Hälfte nicht übersehen werden darf.

Es läfst sich aus diesem allen nun auch leicht einsehen, dafs das Maximum irgend einer Wirkung nur bei einem bestimmten Grade der Färbung und dieser zugleich angemessenen Intensität des Lichtes eintreten kann; dafs also Intensität des Lichtes und der Farbe mit einander in einem

*) S. dessen Beiträge zur Optik. Weimar 1791. S. 46. No. 15. Ferner dessen Farbenlehre. Tübingen 1816.

bestimmten, und der beabsichtigten Wirkung entsprechenden Verhältnifs stehen müssen, wenn der höchste Grad der Wirkung erreicht werden soll.

Nimmt man hierauf Rücksicht, so lösen sich mehrere scheinbare Widersprüche, und es wird nicht befremden, wenn man Farben derselben Hälfte in der Wirkung noch bis auf einen gewissen Grad von einander abweichend, dagegen Farben von den entgegengesetzten Seiten bisweilen gleichwirkend findet. Dieser letzte Fall kann z. B. bei den Leuchtsteinen vorkommen, welche unter blafs gelben Gläsern in demselben Grade leuchtend werden können, als unter dunkelblauen ins violette ziehenden Gläsern. Aber hierdurch wird der polare Gegensatz der Farben keinesweges widerlegt, sondern vielmehr bestätigt. Die Erklärung dieser Erscheinung ergiebt sich aus meiner in Goethe's Farbenlehre B. II. S. 705. u. f. mitgetheilten Versuchen, welche ich hier auch noch deshalb in Erinnerung bringe, weil diese vorzüglich geeignet seyn möchten, auf den bisher so wenig beachteten polaren Gegensatz der Farben aufmerksam zu machen, und weil ich glaube, dafs sie auch diejenigen von der Polarität des Lichtes überzeugen könnten, welche nur da einen polaren Gegensatz anerkennen wollen, wo das, was auf der einen Seite Addition ist, auf der andern Seite Subtraction wird.

Dafs dieser polare Gegensatz im farbigen Lichte auch bei der Wärmeerregung nicht fehle, haben alle vorstehenden Versuche und die der übrigen Naturforscher hinlänglich bestätigt. Bei dieser Funktion des Lichtes kann der polare Gegensatz sich nur als ein Mehr oder Weniger manifestiren; und so fanden wir denn auch in der einen Farbenhälfte die Wärme am gröfsten und in der andern am kleinsten.

Ueber

# eine eigenthümliche reziproke Wirkung der zwei entgegengesetzten elektrischen Thätigkeiten.

Von Herrn Erman *).

Der Wunsch, in dem Gebiet der elektrischen Erscheinungen etwas aufzufinden, was eine annähernde Analogie gäbe zur Erklärung der Säule die auf dem bloßen geometrischen Unterschied der Flächen homogener Leiter beruht, trieb mich an, sehr mannigfaltige Combinationen zu versuchen, und führte mich durch viele Umwege zur Prüfung des elektrischen Leitungs-Vermögens des ohne Flamme durch Zersetzung entzündbarer Dämpfe fortwährend glühenden Platins.

Eine Untersuchung des elektrischen Verhaltens dieser sogenannten aphlogistischen Lampe, schien auf jeden Fall eine Erweiterung unserer Erkenntniß zu versprechen, indem uns wohl das elektrochemische Verhältniß der Dämpfe in der Glühhitze als Flamme bekannt ist, nicht aber in den minder erhöhten Temperaturen, wo sie noch nicht als leuchtend eintreten.

In Verfolg dieser Untersuchungen sah ich mit Ueberraschung eine neue spezifisch verschiedene Reaktion der zwei elektrischen Thätigkeiten, die zwar mehr nach der mechanischen, als nach der chemischen Seite zu liegen scheint; nichts desto weniger aber einige Aufmerksamkeit verdient.

Um von diesen Thatsachen insgesammt einen Ueberblick zu geben, könnte man vorläufig den Ausdruck wählen: sie bestehen in einem rezi-

*) Vorgelesen am 11. Februar 1819.

proken Verhältnifs der Fortleitung beider elektrischen Thätigkeiten, so dafs derselbe Körper die ihm mitgetheilte Eine (z. B. die sogenannte positive) mit ausnehmender Leichtigkeit und Schnelligkeit nach aufsen an die umgebenden Körper fortpflanzt und mittheilt, während er dieselbe, wenn sie ihm von den umgebenden Körpern aufgedrungen wird, nun mit einer Schwierigkeit und Langsamkeit aufnimmt, die an Isolation gränzt, und unter günstigen Umständen als wirkliche Isolation erscheint. Derselbe Körper hat aber auf die entgegengesetzte elektrische Thätigkeit, das entgegengesetzte Verhältnifs, er nimmt sie höchst begierig von den umgebenden Körpern an, theilt sie ihnen aber, wenn er der geladene ist, nur höchst langsam und unvollkommen mit; und erssheint unter günstig gewählten Umständen als ein Isolator derselben.

Man kann diese Reziprozität bildlich, aber kürzer und faſslicher so ausdrücken: Von dem glühenden Platindrath der aphlogistischen Lampe strömt die positive Elektrizität ungemein leicht aus, aber nur mit der gröfsten Schwierigkeit strömt sie in ihm ein; mit der negativen Elektrizität ist es umgekehrt, sie strömt in ihm ein mit ausgezeichneter Leichtigkeit, findet aber beim Ausströmen aus ihm nach aussen die gröfste Schwierigkeit. Diese neue Reaktion ist übrigens so entschieden, dafs man bei gut getroffener Wahl der Entfernung und der Intensität für die zu zwei Paare von Fällen, die zusammen diesen doppelten reziproken Gegensatz bilden, man glauben mufs, ein Verhältnifs von Leitung und absoluter Isolation vor Augen zu haben. Solche Grade von Entfernung und Intensität spielte mir eben der Zufall in die Hände bei den Kombinationen, wo ich diese Reziprozität zuerst wahrnahm, da war es unmöglich einen Schlüssel zu diesen höchst paradoxen Erscheinungen zu finden, und ich gerieth auf grofse Abwege; seitdem hat mir eine genauere Analyse der Thatsachen gezeigt, dafs die scheinbare Isolation in den negativen (das heifst keine oder höchst geringe Mittheilung der Elektrizität gebenden) Fällen doch auch als ein Leiten betrachtet werden mufs, nur dafs es sich zu der Leitung in den positiven Fällen verhält, etwa wie 1 Sekunde zu 345″, und in gröfseren Entfernungen wie 4″ zu einer unendlichen Anzahl von Sekunden, oder mit einem andern Ausdruck: wie das rasch wiederholte Anschlagen eines Elektrometers bei einer Chorde von 14 Linien zu einer Spur von Divergenz desselben, den das Auge kaum mehr wahrnimmt. So betrachtet, scheint mir ein Theil des Räthsels gelöst: es sprechen sich hier aus auf eine höchst uner-

wartete aber bestimmte Weise dieselben Merkmale beider Thätigkeiten, wie bei den Lichtenbergschen Figuren und bei dem Spitzen-Licht. Von welcher Art aber die Funktion des Glühens sey, wissen wir noch durch keine Analogie, hoffentlich aber werden sich auf diesem Wege mehrere auffinden lassen; denn dafs diese Erscheinungen sollten nach Art der unipolar Leitungen und ihrer Korollaren der Brandeschen elektrisch-chemischen Reaktionen bedingt seyn, durch die chemischen Verhältnisse der noch nicht genügend bekannten neuen Substanz, die sich bildet bei der Verbrennung des Weingeistes ohne Flamme, scheint mir höchst unwahrscheinlich, sey es auch nur wegen der Reziprozität, wovon keine Spur ist bei den sogenannten Unipolarleitungen.

Doch ehe von aetiologischen Muthmafsungen die Rede seyn kann, müssen diese paradoxen Erscheinungen etwas umständlicher beschrieben werden.

Erster Versuch. Auf einem Goldblatt-Elektrometer von etwas grofsen Dimensionen, um dem zu leichten Anschlagen zu entgehen, stelle man eine Glühlampe, deren Platindrath vorzüglich in seinen letzten obersten Gewinden recht lebendig glüht, welche letzte Bedingung unerläfslich ist. Man halte über die Lampe in der Entfernung von 4 bis 6 Zoll den negativen Pol einer trockenen Säule, oder die negative Belegung einer nur sehr schwach geladenen Ladungsflasche, das Elektrometer wird augenblicklich divergiren, und fortwährend anschlagen. Man wiederhole dasselbe mit dem positiven Pol, oder der positiven Belegung, es wird bei gleicher Entfernung und gleicher Intensität entweder gar keine wahrnehmbare Divergenz, oder nur eine ohne allen Vergleich schwächere statt finden. Noch mufs von derjenigen Divergenz, die sich manchmal bei zu grofser Nähe und Intensität einstellt, die ganze Wirkung der Vertheilung in Abzug gebracht werden, deren Werth man jedoch leicht findet, wenn man das divergirende Elektrometer aus dem Wirkungskreise des erregten Körpers entrückt, wodurch der gröfste Theil der Divergenz sich verliert, und nur der ungemein geringe Antheil der Elektrizität, die etwa zugeleitet wurde, zurückbleibt. Besser noch kann man sich gegen Täuschung bewahren, wenn man die unter dem Einfluss des positiv geladenen Körpers sich befindende Glühungen anfänglich ableitend berührt. Was sie nachher an Divergenz des Elektrometers zeigt, ist das wirklich zugeleitete $+ E$, welches unter gut gewählten Umständen ganz verschwindend gering ist, sowohl dem

Grade, als auch der Zeit nach, die sie erfordert um zu entstehen, wenn man beide Momente vergleicht mit der höchst raschen und energischen Zuleitung der negativen Elektrizität unter ganz gleichen Umständen.

Zweiter Versuch. Nun befestige man in derselben Entfernung von 4 — 6 Zoll über der isolirten Glühlampe *A* Fig. 1. einen isolirt getragenen leitenden Schirm *B*, etwa eine 4 — 5zöllige Scheibe von leichtem Blech oder metallisirtem Papier, mit diesem Schirm bringe man das Elektrometer in Verbindung, und gebe nun der isolirten Lampe mittelst derselben Säule oder derselben Flasche zuerst positive Ladung, so wird dem darüber befindlichen Schirm schnell und kontinuirlich die positive Elektrizität zugeleitet, wie das schnelle Divergiren, und das rasch wiederholte Anschlagen seines Elektrometers es zeigt. Von der negativ geladenen Lampe hingegen bekommt der Schirm entweder gar keine Ladung, oder eine, gegen die vorige positive ganz unverhältnifsmäfsig schwache, und fast verschwindende, von welcher noch obendrein die Wirkung der Vertheilung abzuziehen ist.

Wenn also in dem ersten Versuch (dem mit der zu ladenden Lampe) — *E* einströmend zugeleitet wurde, + *E* aber nicht (oder unendlich schwächer): Und wenn im zweiten (dem, mit dem Schirm) gerade umgekehrt + *E* höchst energisch ausströmend abgeleitet wurde nach aussen, — *E* aber gar nicht, oder höchst schwach, so ist wohl für das Verhältnifs zu einander dieser vier zusammen gehörigen Fälle kein bequemerer Ausdruck als der: einer reziproken Verschiedenheit beider Elektrizitäten in ihrem Leitungsverhältnisse.

Sehr anschaulich wird diese paradoxe Reziprozität, wenn man alle vier zusammen gehörigen Versuche in einer und derselben Kombination zusammenfafst; wenn nämlich (Fig. I.) auf einen isolirenden Ständer die Glühlampe steht, auf dem andern dicht daneben ein Schirm der in gehöriger Entfernung über die Lampe ragt, dann kann man hinter einander die Ladung der Lampe durch den positiv oder negativ gemachten Schirm, und umgekehrt die des Schirms durch die negativ oder positiv gemachten Lampe prüfen, und die jedesmaligen Erfolge an den Elektrometern vergleichend wahrnehmen.

Fol-

Folgende Tafel giebt die Resultate eines solchen Versuchs; er wurde angestellt mittelst eines Paares trockener Säulen, jede von 5000 Scheiben und

I. Schirm über der positiv oder negativ geladenen Lampe; Elektrometer am isolirten Schirm divergirte.

| Entfernungen des Schirms. | über *a.* der positiv geladenen Lampe. | über *b.* der negativ geladenen Lampe. |
|---|---|---|
| 1 Zoll. | 1 Sekunde bis zum Anschlagen bei einer Chorde von 14 Linien. | 345″ bis zum Anschlagen. |
| 2 Zoll. | 1½ Sekunden Anschlagen | 345″ idem |
| 3 Zoll. | 2″ idem | 540″ idem |
| 4 Zoll. | 3″ idem | 1 Linie Chorde in 150″ kam nicht mehr zum Anschlagen, Maximum der S. 2½ Linien. |
| 5 Zoll. | 3½″ idem | 1 Linie in 210″ totale S. 1½ Linien. |
| 6 Zoll. | 4″ idem | 1 Linie in 240. totale S. 1 Linie. |

II. Schirm positiv oder negativ geladen über der isolirten indifferenten Lampe; Elektrometer an der Lampe.

Dieselben Verhältnisse der relativen Divergenzen, nur alles umgekehrt.

Am bestimmtesten fand ich diese Reziprozität bei der schwachen Ladung einer feuchten Säule von 100 Paar Zink und Silber. Diese sowohl als der übrige Apparat waren auf das vollkommenste isolirt. Ein sehr kräftiger Kondensator von 12 Zoll Oberfläche reichte mit seinem Zuleitungsdrath abwechselnd bald in die Lampe, bald in die Atmosphäre des

glühenden Platins; und reziprok wurde bald der positive bald der negative Pol, der am entgegengesetzten Abstand berührten Säule, bald in die Atmosphäre des glühenden Platins, bald an die Lampe selbst gehalten. Der Kondensator zeigte nur Elektrizität in den Fällen, wo $+E$ von der Lampe aus, und $-E$ in die Lampe einströmte; in den zwei andern Fällen war keine Spur von Ladung.

Man hat einen sehr auffallenden Erfolg dieser Reziprozität, wenn man eine Glühlampe im gehörigen Stande, d. h. dessen obersten Gewinde hell glühen, isolirt. Man gebe einer etwas grofsen Flasche, beiläufig von 1 Fufs Belegung, eine sehr mäfsige Ladung. Nun bringe man den positiven Knopf an eine isolirte Glühlampe, und über den Platindrath derselben in 4 bis 6 Zoll Entfernung halte man den Knopf einer kleineren, nicht isolirten Flasche, so wird man nach kurzer Zeit diese zweite Flasche ziemlich stark geladen finden; hat man aber dem Knopf der gröfseren Flasche einen der früheren positiven ganz gleichen Grad negativer Spannung gegeben, (welches durch das Elektrophor am sichersten geschieht,) so überkommt durch Vermittelung der Glühlampe die kleinere Flasche keine wahrnehmbare Ladung, und eben so, nur reziprok umgekehrt, ist der Erfolg, wenn man die grofse Flasche über den glühenden Platindrath, und die kleine Flasche an die Lampe hält, diese ladet sich alsdann durch die negative Elektrizität der grofsen Flasche; aber durch die positive ladet sie sich nicht.

Wenn man diese Reziprozität weiter verfolgen will, und den Vortheil benutzen, den sie verspricht zur empirisch faktischen Entscheidung zwischen Dualismus und Franklinisch-Voltaschen Monismus, so wird die Anwendung des Goldblatt-Elektrometers sehr schwierig wegen der nur so geringen Spannung die es verträgt, ohne sich sogleich zu entladen. Alle obigen Versuche gelingen aber eben so gut und viel auffallender mit einem Elektroskop von Hollundermark Kugeln, an sehr feinen Metallfäden hängend; der horizontale Drath der meinigen (Fig. 2.), an dessen einem Ende sie hängen, ist 6 Zoll lang, und hat an seinem entgegengesetzten Ende eine kleine Metallkugel von 2 Linien; der Glasstab, der das Ganze trägt, mufs vollkommen isoliren. Auch mufs man mehrere möglichst gleiche Elektrometer dieser Art bei der Hand haben.

Wenn der Knopf am Ende des Zuleiters eines solchen Elektroskops über den Platindrath ragt, so wirkt seine Kugel, wie der Schirm in den

früheren Versuchen, das Elektroskop divergirt über der positiven Lampe sehr schnell und stark; über der negativen höchst langsam und schwach, oder wohl gar nicht wahrnehmbar. Nur mufs man den Knopf des Elektrometers viel näher an die Lampe bringen, weil die geringen Spannungen, die für die Goldblätter hinlangen, keine Divergenz des Kugelelektrometers bewirken können; aus dem Grunde ist es besser, hier die geladene Flasche statt der trockenen Säule anzuwenden. Bei dieser gröfseren Nähe hat man sich aber sehr zu hüten, nicht innerhalb der Schlagweite, oder auch nur in die Gränze der leuchtenden Ausströmung zu gelangen, wo allerdings die Fälle, die negativ d. h. isolirend ausfallen sollten, als positiv, d. h. leitend erscheinen könnten; doch einige Uebung lehrt bald diesen Grund zu beseitigen; die Anomalien aber, die überall in diesen Versuchen erscheinen, wenn die letzten obersten Gewinde des Platindraths aus dem intensiven Glühen kommen, den ich als normal voraussetze, werden anfänglich viel mehr Schwierigkeit machen; ehe ich diese ziemlich versteckte Bedingung auffand, war mir das Schwankende der Erfolge von einem Tage, ja von einer Stunde zur andern, höchst räthselhaft.

Folgende Zusammenstellungen zeigen die Reziprozität der Leitung beider elektrischen Thätigkeiten durch glühenden Platin sehr auffallend, das Kugelelektroskop reicht mit dem abgerundeten Ende seines Zuleiters über dem glühenden Platindrath der isolirten Lampe in einer Entfernung von beiläufig ein oder zwei Zoll (Fig. 2.). Nun gebe man dem Elektrometer eine positive Divergenz, und der Lampe, die ein gleiches Elektrometer bekommt, eine negative; beide Divergenzen bestehen unverändert neben einander, und nach viertel, ja nach halben Stunden sind sie unter günstigen Umständen noch nicht ganz abgeglichen, also fast vollkommene Isolation, wenn man an die schnelle Anziehung von + und — in dieser Nähe denkt. Nun lade man umgekehrt das Elektrometer negativ, und die Lampe positiv, so sind nach einigen Sekunden, oft nach einer einzigen, beide Divergenzen verschwunden, ja es gehört ein rasches Verfahren, um überhaupt die entgegengesetzten Divergenzen mitzutheilen, so schnell strömt das positive aus und das negative ein, während in der umgekehrten Zusammenstellung weder das positive aus dem Elektrometer in die Lampe einströmen, noch das negative von der Lampe in das Elektrometer ausströmen konnte.

Wenn man eine Reihe von mehreren Glühlampen auf einander in

dem Sinne und nach der Richtung der reziproken Leitung wechselseitig auf einander wirken läfst, gleichsam wie die einfachen Paare einer galvanischen Säule, so entstehet ein System mit sonderbaren Eigenschaften. Wenn man sich seine zwei Endpunkte *A* und *B* Fig. 3. als Pole denkt, so hängt es 1, immer von der Natur der angewendeten Elektrizität ab, ob man ausschliefslich *A* durch *B* oder *B* durch *A* laden wird, und 2, immer kann man es nur entladen durch den Pol, der dem entgegengesetzt ist, durch den die Ladung möglich war. Die Figur zeigt eine solche Reziprokationssäule von zwei Gliedern. Die relative Stellung der Schirme und Lampen in der Figur, und die Richtung der Strompfeilchen zeigt, dafs *A* nur divergiren wird, wenn *B* positiv geladen; und *B* hingegen nur, wenn *A* negativ gemacht wird, nach dem Sinne, wo die Einströmpfeilchen für die negative hinweisen. Eine absolute Verstärkung des Effekts an den Polen giebt diese Kombination nicht, wie ganz natürlich, wohl aber gleichsam eine Läuterung des Effekts, der durch die vervielfältigten Kaskaden, die Eigenthümlichkeit der beiden Thätigkeiten immer entschiedener ausspricht, vorzüglich weil die störenden Wirkungen der Vertheilung von Paar zu Paar schwächer werden, und die übrig bleibende Divergenz durch Mittheilung immer geläuterter als solche gegeben wird.

So unter andern ist der entgegengesetzte Erfolg, wenn man unmittelbar *A* positiv, und *B* negativ ladet, oder umgekehrt, zwar im Ganzen wie natürlich etwas verzögert, aber der Gegensatz ist noch entschiedener und auffallender.

Doch abgesehen nun von den anderweitigen Kombinationen, die jeder leicht ersinnen wird, als Anwendung oder Korollar dieser unerwarteten Modifikation, so entsteht die Frage: wodurch diese Erscheinung bedingt sey.

Offenbar ist das natürlichste woran man hier denken wird und denken mufs, die Franklinische Ansicht; ja beim ersten Blick wird man diese Thatsache als einen ganz peremtorisch-faktischen Beweis für diese Theorie ansehen: so dachte ich auch anfänglich; jetzt aber nach genauerer Erwägung der Umstände sehe ich diese Reziprozität als eine Sache, die durchaus gegen die Franklinische Ansicht entscheidet.

Um nämlich das ganze Phänomen, so weit wir es bis jetzt beschrieben, vollständig zu erklären, darf man nur annehmen, die positiv geladene Lampe habe wirklich einen Ueberschufs der elektrischen Flüssigkeit, und die negative einen Mangel. Ferner betrachte man nach gewisser Analogie

die Dämpfe oder auch die erwärmte Luft die vom Platindrath aufwärts gegen den Schirm ausströmen, als gute Leiter dieser Flüssigkeit, dann ist einzusehen, dafs die positive Lampe nach dem Sinne und mittelst dieser Strömung an den Schirm abgegeben wird. Ist aber umgekehrt der Schirm positiv, das heifst überschüssiges Elektrisches habend, so wird von ihm an die Lampe wenig oder gar nichts abgegeben werden, eben weil die Theile, die zuleiten sollten, nicht von dem Schirm zur Lampe, sondern umgekehrt fliefsen. Eben so begreiflich ist es, dafs die Lampe unter einem negativ geladenen Schirm (d. h. im Sinne der Hypothese einem der da Mangel hat, der elektrisch kalt ist) von ihrer natürlichen Elektrizität abgeben müsse an diesen, gegen welchen die fortleitenden Dämpfe aufsteigen; also mufs das Elektrometer negative Divergenz annehmen. Ist endlich die Lampe elektrisch kalt, oder Mangel an Elektrizität habend, so kann sie von dem Schirm über ihr nichts bekommen, weil diese Mittheilung gegen den Sinn der ausströmenden Dampf- und Lufttheile gehen müfste; dasjenige welches ihr das Mangelnde vom Schirm aus, ersetzen sollte, geht ja umgekehrt von der Lampe zum Schirm. Diese mechanische Erklärung ist so plan und natürlich, und jede andere, die man von der Reziprozität versuchen wollte, hat bis jetzt so wenig Analogien für sich, dafs voraus zu sehen ist, man werde diese Reziprozität für einen direkten Beweis der Franklinischen Theorie ausgeben wollen; denn was bei den Modifikazionen des Spitzenlichtes und bei einigen Erscheinungen von mechanischen durch Elektrizität bedingten Bewegungen nur als sehr plausibel erschien, erhält hier dem Anscheine nach, das Komplement der Beweiskraft, indem nun auch sogar das Elektrometer, und zwar in einer so verschlungenen Sache wie die Reziprozität ist, sich dieser Ansicht zu fügen scheint. Es fehlt jedoch sehr viel daran, dafs diese dem ersten Anscheine nach so plausible Erklärung der Reziprozität durch Dampfströmung und Franklinischen Ueberfluſs und Mangel an dem Prüfstein der Erfahrung bewähre: ich glaube vielmehr, dafs es gelingen wird, diese Erscheinungen einst so zu kombiniren, dafs eine direkte faktisch entscheidende Widerlegung der Theorie von Ueberfluſs und Mangel daraus hervorgehe.

Vor der Hand beweisen folgende Thatsachen, dafs die Reziprozität nicht bedingt ist durch ein mechanisches Heraus und Hereinfliefsen Einer einzigen an die Strömungen der heifsen Gasarten, als an ihren Trägern gebundenen Flüssigkeit.

1) Wenn die Glühlampe das positive an die umgebenden Körper abgeben, und das negative von ihnen aufnehmen soll, so ist es gar nicht nöthig, dafs die Stellung sey, wie wir sie bis jetzt der Kürze wegen beschrieben, namlich in der vertikalen Richtung übereinander, sondern dieselbe Wirkung findet in allen Richtungen statt; wenn eine Glühlampe auf dem Goldblatt-Elektrometer sich befindet, so kann man dieses bis zum Anschlagen laden durch einen negativ erregten Körper, den man in gehöriger Entfernung (z. B. 6 — 7 Zoll) in jeder beliebigen Richtung annähert, horizontal daneben eben so gut wie vertikal darüber. Der glühende Platindrath wirkt das negativ Elektrische anziehend, gleichsam wie aus dem Mittelpunkt einer Sphäre. Der erregte Körper möge sich an der konkaven Oberfläche derselben befinden, wo es auch sey. Dasselbe findet statt für die Ausströmungen der positiven Elektrizität, sie sind eben so wenig an die hydrostastische Richtung einer vertikalen Ausströmung gebunden.

2) Sehr anschaulich und peremtorisch läfst sich dieses beweisen, wenn man den glühenden Platindrath in umgekehrter Stellung anwendet, so dafs der an dem Docht befestigte Platindrath nach unten zu stehen komme. Bei dieser Kombination steht der Schirm vertikal unter der Lampe, und nichts desto weniger gelingen alle Reziprokationsversuche eben so gut wie in der gewöhnlichen entgegengesetzten Stellung. Offenbar wird hierdurch die Erklärung durch aerostatische Strömungen ausgeschlossen; denn wollte man gleichsam ein Ausstrahlen der Dämpfe oder der heissen Luft nach allen Richtungen postuliren, so wäre nicht nur dieses ein Verstofs gegen unser positives Wissen, sondern es würde sich die Erklärungshypothese durch sich selbst auflösen und zerstören, indem alsdann kein Grund mehr bliebe, warum der Mittelpunkt dieser durch strahlende Ausströmungen eines leitenden Stoffs angefüllten Sphären die freie Elektrizität nicht ganz gleich von sich ab, und zu sich hinleiten sollten.

3) Aber selbst abgesehen von diesem wichtigen Umstande, ist das vorzügliche Leitungsvermögen sowohl der Dämpfe als der heifsen Luft, von welchem die mechanisch Franklinische Erklärung der Reziprozität ausgehen möchte, ein sehr schlecht gegründetes Postultat. Eine isolirte Aeolipile die durch eine glühende Eisenmasse in Thätigkeit erhalten wird, verliert fast gar nichts von der Elektrizität, die man ihr mitgetheilt hat; das mit ihr verbindende Elektrometer divergirt ohne merklichen Verlust, selbst wenn man einen nicht isolirten Leiter in den Dampfstrohm hält,

dicht an den Schnabel, von wo aus er hervorbricht. Dasselbe fand ich bei einem isolirten kleinen Dampfkessel, den ich bis auf 90 Grad und darüber erwärmte, wo der heifse Dampf absatzweise das Sicherheitsventil öffnete. Es scheint daher nicht der Wasserdampf, sondern der ihm bei niedrigeren Temperaturen zugemengte hygroskopische Niederschlag, die elektrische Leitung zu bedingen. Nun ist aber der Dampf der Glühlampe unmittelbar am Platindrath, und in nicht geringer Entfernung davon ganz klar und durchsichtig und frei von jedem wahrnehmbaren Nebel. Was das oft zur Sprache gebrachte und in vielen Erklärungshypothesen postulirte Leitungsvermögen der heifsen Luft betrifft, so ist dieses eben so, wo nicht noch mehr ungegründet, als das Leitungsvermögen der unzersetzten Wasserdämpfe. Es rührt diese oft mifsbrauchte Vorstellung von einer Verwechselung mit der Flamme oder dem Rauch. Ich hielt mittelst einer Schaufel ein geladenes Elektrometer in das Innere eines streng geheizten Windofens, wo Dampf und Rauch bereits verzehrt oder abgeführt waren, der aber mit Gluth angefüllt, eine in mehrere Fufs Entfernung vom Mundloch unerträgliche Hitze ausströmte. Obgleich die ganz frei hängenden Kugeln dieses Elektrometers, der in kleinen Glaswänden eingeschlossen war, während 5 Minuten unmittelbar getaucht blieben in einer so heifsen Luft, dafs sie dem Entzünden ausgesetzt waren, so fand sich doch beim Herausziehen, ihre Divergenz sehr wenig vermindert; und doch war ihre Ladung positiv, welches in der Franklinischen Erklärungshypothese, die wir prüfen, um so mehr eine totale Entladung bedingen sollte.

4) Es wurden Eisenmassen sowohl von ebener als von kugelrunder Gestalt bis zum lebhaftesten Glühen erhitzt, und durch obige Mittel auf die Art ihrer Leitung geprüft. Die zwei Resultate dieser Versuche sind der mechanischen Erklärung durch Franklinische Ausströmungen der Elektrizität nach dem Sinne der heifsen Luftströmungen durchaus entgegen. Denn es fand sich allerdings eine reziproke Leitung beider Thätigkeiten, aber sie dauerte erstens nur so lange wie das lebhafte Glühen des Metalls; sobald dieses aufgehört hatte, leiteten die Eisenmassen keine der beiden Thätigkeiten anders als bei der gewöhnlichen Temperatur, und doch dauerte das durch Temperatur bedingte Ausströmen der Luft offenbar noch fort, da es Eisenmassen von einigen Pfunden waren, die nur so eben erst aufhörten zu glühen.

Zweitens zeigte sich der höchst merkwürdige Umstand, dafs die Re-

ziprozität des glühenden Eisens gerade die umgekehrte ist von der des glühenden Platins: denn es strömt beim glühenden Eisen die positive ein, die negative aus. Ich habe bis jetzt diesen Versuch nur siebenmal wiederholen können, und zwar jedesmal dasselbe Resultat ganz entschieden erhalten; doch gestehe ich gern, dafs fernere Prüfung und Abänderung der Zusammenstellung Noth thut, weil der Verlauf überhaupt zu schnell ist, weil die Isolations-Apparate, die ich eben hatte, mich störten durch die Gefahr des Umschlagens, wie denn wirklich eine glühende Kugel mir einst auf den Leib fiel; und vorzüglich weil ausgemittelt werden mufs, welchen Einfluſs die Masse und die Gestalt der eisernen Körper, die von denen der Platingewinde so sehr abweichen, auf den Erfolg haben mögen. Es will durchaus nicht gelingen, einen Drath von Eisen oder von Stahl mittelst des Weingeists glühend zu erhalten, selbst nicht wenn man ihm durch Platindrath zu Hülfe kommt, wodurch es doch sehr leicht ist, Silber konsensuell glühend zu erhalten. Dieses wäre zur unmittelbaren Vergleichung der Leitungsreziprozität beider Metalle sehr erwünscht gewesen. Vom Nickel hoffte ich mehr; die Gewinde von ganz fein ausgezogenem Nickel glühten in der That auf dem Dochte fort, aber nur ungefähr zehn Minuten, und seitdem konnte ich es ihnen auf keine Weise wieder abgewinnen; woraus zu folgen scheint, dafs dieses Metall in der That oxidirbarer ist, als man neuerdings annahm. Auf jeden Fall mufs ich sehr bedauern, die unvermuthete kurze Dauer des Erfolgs nicht sogleich benutzt zu haben zur Prüfung der Leitungsart dieses Metalls.

Aus dem eben gesagten folgt jedoch genügend, dafs das Bedingende in diesen Reziprozitätserscheinungen, nicht in den mechanischen Strömungen der erwärmten Luft- und Dampfarten zu suchen sey, da das Eisen unmittelbar nach seinem Glühen noch die stärksten Ausströmungen gegen die Schirme giebt, aber durchaus keine Reziprozität, ja sogar kein besseres Fortleiten irgend einer Elektrizität überhaupt; und weil während der Periode des Glühens die Reziprozität beim Eisen gerade das Umgekehrte ist, dessen was aus dem Mechanismus der Ausströmungen erfolgen sollte in dem Sinne der antidualistischen Hypothese.

5) Dasselbe ergiebt sich auch sehr entschieden daraus, dafs die reziproke Wirkung durchaus bedingt ist durch einen bestimmten Grad von Intensität des Glühens des Platins, und zwar in seinen äufsersten Gewinden.

Da

Da ich anfänglich an die mechanische Erklärungsart als an die plausibelste anknüpfen mufste, so glaubte ich, die Reziprozität würde sich immer entschiedener aussprechen, je stärker und rascher der Glühungs- und Verdampfungsprozefs eingeleitet würde. Dieses zu bewirken gelang mir in dem Grade, dafs ich Massen von 397 Gran Plantindrath in kontinuirlichem Glühen erhielt, wo Zündschwamm in zwei Linien Entfernung angezündet, Papier verkohlt wird, und wo 400 Gran Wasser in einer geschwärzten kupfernen Kugel auf 212° kommen, und anhaltend sieden. Ich zweifle nicht, dafs man noch viel gröfsere Platinmassen zum Glühen bringen könne; es kommt nur darauf an, die Berührung mit dem feuchten Wärmeableitenden Docht möglichst zu vermindern. Auf einen eben geschnittenen Docht stelle ich einen Ring von 4 Linien Durchmesser und 1 Linie Höhe, bestehend aus Gewinden eines feinen Platindraths. Ueber diesen lege ich einen Rost von sehr dünn gewalzten Platinblech; und auf diesen Rost stelle ich aufrecht und konzentrisch in einander vier bis fünf zylindrische Rollen von Platindrath, gleichviel von welcher Dicke; den leeren Raum an der Axe des innersten Zylinders, und alle Zwischenräume der übrigen kann man mit Platindrath nachfüllen. Wenn man nun mit einer Stichflamme diese Masse erwärmt, so fängt der Weingeist im Dochte unterm Roste an zu sieden, und alles Platin geräth bald im Glühen. Selbst ohne die Angabe der Waage zu erwähnen über die gröfsere Konsumtion des Weingeists, leuchtet diese von selbst ein, und ein darüber gehaltenes Blech trieft bald von erzeugtem sauer reagirendem Wasser. Nichts desto weniger ist bei dieser vermehrten Aufströmung von Dämpfen, und von einer so warmen Luft, dafs sie die Papierschirme verkohlt, fast keine Spur mehr von einer reziproken Leitung der beiden Thätigkeiten, denn in jeder Entfernung finden wir sie fast gleichmäfsig zugeleitet, sowohl ein- als ausströhmend. Es nähert sich bei zunehmender Temperatur der Erfolg immer je mehr und mehr dem der wirklich glühenden Dämpfe; die Glühlampe wirkt in dieser Hinsicht fast wie eine gewöhnliche Weingeistlampe. Dieser Umstand beweist, dafs die beobachtete Reziprozität der Leitung nicht bedingt sey durch das mechanische Ausströmen der Dampf- und Gasarten.

Vor der Hand findet sich also die Theorie nur Einer mechanisch zu und ab, nach Mangel und Ueberfluſs strömenden Flüssigkeit unzulänglich, die Reziprozität zu erklären. Es scheint aber, dafs in diesen Erscheinun-

gen noch mehr liege, dafs sie mehr wie irgend welche ganz eigenthümlich geeignet sind, durch fernere Behandlung die logische Umkehrung des Satzes zu gewähren, um so zu schliefsen, weil die Franklinische Theorie gerade bei diesen reziproken Leitungen nicht hinlangt, so kann sie nicht die Wahre seyn. Und dieses zu leisten, wäre immer ein Verdienst; denn es ist nicht erfreulich, dafs für die mechanischen Bewegungen der Elektrizität eine Willkühr der Annahme herrscht, die bei ihren chemischen Wirkungen offenbar nicht statt findet. Allerdings kann man den Gesichtspunkt so nehmen, dafs beide Vorstellungsarten nur als gleichgültige Bezeichnungen von etwas Höherem betrachtet werden; aber selbst so genommen, mufs doch die Wahl der Bezeichnungen motivirt seyn, und die Theorie als System von Bezeichnungen und als blofse Sprache, mufs doch eine wenigstens gleichförmige Syntax anerkennen.

Frägt man nun nach einer Erklärungshypothese im Sinne des Dualismus, so wäre vielleicht gerathener mit dieser zurückzuhalten, bis diese Klasse von Erscheinungen gründlicher und vielseitiger bearbeitet wäre. Da aber jede Erklärung nur intermistisch gilt, bis man die Sache noch besser versteht, so mag immerhin die Ansicht nicht unerwähnt bleiben, an welche ich einige fernere Prüfungen anknüpfte.

Ich betrachte die Leitungsreziprozität als bedingt durch die spezifische Eigenschaft beider Thätigkeiten, dafs nämlich die positive einen höhern Grad von Expansibilität habe als die negative. Dieses beweisen die Lichtenbergischen Figuren, und auch die spezifische Verschiedenheit des Spitzenlichtes, welche Biot zu den unerklärbaren Phänomenen zählt, weil er, aus sehr begreiflichen Gründen, die eben erwähnte Verschiedenheit beider Thätigkeiten ganz übersieht. Ferner ist durch sehr viele Analogieen bekannt genug, dafs grofse Unterschiede in der Temperatur auch einen Unterschied in dem Leitungs- und Isolationsvermögen bedingen. Endlich scheint nothwendig, dafs wenn durch irgend einen Umstand die Leitungsfähigkeit für Elektrizität überhaupt geändert wird, dieses sich richte nach der spezifischen Verschiedenheit der beiden Thätigkeiten; indem in der Realität freie Elektrizität nie anders vorkommen kann, als in der Qualität der positiven oder der negativen. Wenn also durch besondere Umstände ein Körper mehr geeignet wäre, Elektrizität expandirend ausströmen zu lassen, so wird die positive etwas mehr, die negative etwas weniger an dieser Bethätigung Theil nehmen, eine jede nach ihrer eigenthümlichen Natur.

Gerade so sehen wir es an den Spitzen bei höheren Graden der Ladungen. Worauf die gröfsere Spannung an den Spitzen überhaupt, und das leichtere Ausströmen beruht, ist bekannt genug: aber eben so, dafs jede der beiden Thätigkeiten nach ihrer eigenthümlichen Elasticizität daran Theil nimmt; und dieses ist das Spitzenlicht. Wenn man bis jetzt noch nicht beobachtet hat, dafs von ihnen aus das positive nach gröfseren Fernen mit gröfserer Freiheit und Schnelligkeit sich verbreitet, als die negative, so kann zweierlei daran Schuld seyn; einmal und hauptsächlich, weil meines Wissens man nie die Beobachtung angestellt hat, und zweitens, weil wohl denkbar ist, dafs bei den grofsen absoluten Ladungen, welche erforderlich sind, um das Spitzenlicht zu erblicken, die an sich sehr geringe quantitative Verschiedenheit der beiden Thätigkeiten nicht mehr herausgeprüft werden kann, bei so intensiven und tumultuarischen Wirkungen.

Gerade diese Lücke füllen meine Versuche. Das glühende Platin ist zu betrachten als eine Spitze, an der aber durch Glühhitze das Metall selbst, oder die ihn unmittelbar umgebende auf einen bestimmten Grad erhitzte Atmosphäre der sonst die Elektrizität isolirenden Gasarten, oder wahrscheinlich beide zugleich, die Fortleitung der Elektrizität nach aussen überhaupt begünstigen. Auch hier erwartet man, dafs dieses bildlich sogenannte Ausströmen etwas kräftiger geschehen wird von der positiven als von der negativen. Die Ruhe, mit welcher bei der aphlogistischen Lampe der ganze Prozefs eingeleitet wird, und die sehr geringen Spannungen, die man anwenden mufs, gewähren den schätzbaren Vortheil hier vom Elektrometer den Kommentar zum Spitzenlicht abzulesen.

Nach diesen Prämissen scheint mir die Reziprokation der Leitung sich ganz ungezwungen zu erklären; und man darf umkehrend von der Uebereinstimmung der Faktizität auf die Gültigkeit der Prämissen schliefsen.

Erster Fall. In der That, wenn über dem positiv geladenen Platindrath mit seinem durch Glühen gesetzten oder potenzirten Spitzenwerth, ein Schirm im elektrischen Gleichgewicht sich findet, so würde ohne den Mechanismus der Spitzen eine blofse Vertheilung statt finden. Bei der bestehenden Erhöhung der Mittheilung aber kann nun das expansibelere positive zum Schirm sich fortpflanzen, und ihn durch Mittheilung laden, nach Mafsgabe der gröfseren oder geringeren Nähe, mehr oder weniger schnell und vollkommen.

Zweiter Fall. Ist der Schirm positiv, und die Lampe im natürlichen elektrischen Gleichgewicht, so bekommt die Lampe durch Vertheilung ein Tendenz negatives *E* gegen den Schirm auszuströmen. Dieses hat aber durch den Mechanismus der Spitze und des Glühens viel weniger oder fast gar nicht an Expansibilität oder Ableitungsfähigkeit gewonnen, es wird also dieses negative nicht vielmehr, und in einer Entfernung von einigen Zollen durchaus gar nicht zum Ausströmen gegen den Schirm mehr bethätigt seyn, als im natürlichen nicht glühenden Zustande der Spitze. Daher überkommt bei gehörigen Bedingungen der Spannung und Entfernung der glühende Platindrath nicht merklich mehr Zuleitung vom positiven Schirm, wenn er nicht glühte.

Es ist kein Grund da, warum der Erfolg anders seyn sollte bei der glühenden, als bei der nicht glühenden. Denn am Schirm hat das positive nur die seiner Spannung überhaupt entsprechende Expansibilität; an der Lampe aber findet bei einem gewissen Grad des Glühens eine Steigerung, die jedoch absolut so schwach ist, dafs der Zuwachs nur für das an sich expansibelere + wahrnehmbar wird, für das minder expansibele — *E* aber nicht. Auch sahen wir, dafs die reziproken Erscheinungen verschwinden, 1) wenn die aphlogistische Lampe durch zu grofse Intensität der Wirkung sich einer gewöhnlichen Weingeistflamme nähert, und 2) wenn die absolute Intensität der elektrischen Ladungen so grofs gewählt wird, dafs der geringe Zuwachs aufhören mufs, wahrnehmbar zu seyn.

Dritter Fall. Die Glühlampe sey negativ geladen, und habe über sich einen indifferenten Schirm, so ist es, da innerhalb der Gränzen dieser Versuche die negative *E* keinen wahrnehmbaren Zuwachs ihrer an sich geringeren Expansibilität erhält, ebenfalls als wäre das negative Platin in seinem natürlichen Zustande. Gewöhnliche Vertheilung findet am Schirme statt, aber es fliefst ihm nicht wahrnehmbar mehr negative *E* zu, als wenn das Platin nicht glühend wäre; das heifst der Schirm erscheint uns als isolirend getrennt von der negativ geladenen Glühlampe.

Vierter Fall. Ist aber viertens die Glühlampe im natürlichen elektrischen Zustande (*o E*) und der Schirm negativ geladen, so entsteht durch Vertheilung am Platindrath freies Positives, und dieses wegen der relativ gröfseren Bethätigung seiner Expansibilität durch die Glühspitze strömt dem Schirm zu, wodurch die Lampe negative Divergenzen bedingt, durch steten Verlust ihres Positiven.

Das Wesen dieser Reziprokationsversuche bestünde demnach darin, dafs die Temperatur des Platins und der ihn umgebenden Gafsart durch ein glückliches Ohngefähr gerade grofs genug sey, um die Fortleitungs- oder Ausströmungsfähigkeit der Elektrizität zu begünstigen, wie bei den Spitzen; aber auch nicht grofs genug, um diese Expansibilität so kräftig zu bethätigen, dafs der nur sehr zarte spezifische Unterschied beider Thätigkeiten für die Wahrnehmung verschwinde. Auf diesen Punkt müssen wir also die Prüfung richten, um den Werth der Hypothese zu ermessen, und um etwas von dem vielen Lehrreichen, was in diesen Thatsachen liegt, zu entwickeln.

Nun findet sich in der That, dafs die Reziprokation an eine bestimmte Wärmeproportion sehr fest gebunden ist; sie verschwindet zum Theil, oder ganz, sobald die Temperatur ab- oder zunimmt, verglichen mit dem Zustande, welchen ich das normale Glühen nannte.

I. Temperatur zu niedrig, um überhaupt eine Bethätigung der elektrischen Expansion zu bedingen ähnlich, dem Spitzen-Mechanismus aber potenzirt.

Die letzten Gewinde, die den Schirm zunächst liegen, sind nach dieser Ansicht die für den Erfolg entscheidenden; als zunächst dem dargebotenen Körper zugewendet, zentralisirt sich die vertheilende Wirkung auf sie, und nur von ihnen aus, und von den Gasarten oder Dämpfen, die sie unmittelbar umgeben, geht der durch Wärme bedingte Durchbruch aus. Wenn nun eine Glühlampe übrigens noch so thätig glüht, nur aber in ihren letzten Gewinden nicht, so ist keine Reziprokation da. Man habe vor sich in gehöriger Zusammenstellung eine Glühlampe, die so eben alle geforderten Erscheinungen auf das vollkommenste giebt. Nun richte man mit einem Blaserohr einen anhaltenden Strohm Luft auf das Platin, es wird bald erlöschen; aber sich selbst überlassen, allmählig wieder in das Glühen zurückgehen, und zwar die untersten Gewinde zuerst. Nun bekommt während der ganzen Zeit, wo das Platin nicht glüht, das Elektrometer worauf die Lampe steht, von dem darüber stehenden negativ geladenen Schirm keine Spur von mitgetheilter Divergenz; aber auch eben so wenig während die Gewinde von unten auf glühend werden; in dem Moment aber, wo das letzte Gewinde glüht, fahren die elektroskopischen Blätter auseinander, um fortwährend anzuschlagen, und die ganz verschwundene Reziprozität ist ganz wieder da, wie mit einem Schlage. Wohl könnte man diese Erscheinung

auf den Lichtzustand des Metalls beziehen wollen, und irgend einen Wahlverkehr der positiven und negativen Thätigkeiten mit dem Lichte als solchen postuliren; so etwas ist allerdings in andern Beziehungen vermuthet worden, und Herr General-Major von Hellwig hat seine Forschungen auf diesen Gegenstand gerichtet; dafs aber im vorliegenden Fall nicht Lichttemperatur, sondern Wärmetemperatur das ursachlich Bedingende sey, wird die Folge zeigen; ich fand mich aber davon überzeugt schon durch nähere Erwägung des eben besagten Umstandes, dafs gerade der äufserst oberste Platinrand glühen müsse. Ich fand nämlich durch das Befühlen, dafs der noch nicht zum Glühen gekommene Theil des gewundenen Zylinders eine auffallend geringe Temperatur hatte, während seine unteren Gewinde schon lebhaft glühten, so dafs er gleichsam sprungweise von einer ziemlich niedrigen Temperatur zu der des Glühens übergeht. Man sieht ein, wie wichtig es war, dieses genauer zu bestimmen, es wollte jedoch bei der geringen Dimension des auf dem Dochte ruhenden Zylinders, und der kaum einige Sekunden dauernden Fortpflanzung des Glühens durch alle seine Gewinde nicht gelingen die anfängliche Temperatur, die er vor dem Glühen haben möchte, thermometrisch zu bestimmen. Ich wählte daher statt der Weingeistdämpfe das Wasserstoffgas, und gelang durch diesen Umweg zu einer genügenden Approximation. Eine kleine Eisenmasse hatte eine Höhlung bekommen zur Aufnahme von Quecksilber und eines darin eingetauchten Thermometers. Die Masse wurde erwärmt, und zur langsamen Abkühlung hingestellt. Den Zylinder von Platindrathgewinden, den ich prüfen wollte, hielt ich in das Quecksilber von bestimmter Temperatur, dann zog ich ihn schnell heraus und brachte ihn unmittelbar in einen Strohm von Wasserstoffgas, des ganz dicht daneben stehenden Gasometers. Bei 300 Grad Fahrenheit fing er fast augenblicklich an zu glühen, wie er vom Wasserstoffgas berührt wurde. Nun wurde der Versuch wiederholt von 5 zu 5 Graden des sinkenden Thermometers, um auf das Minimum der Temperatur zu kommen, bei welchem mittelst des Wasserstoffgas das im Quecksilber von gegebener Temperatur erwärmte Platin noch zum Glühen kommen würde. So wie die Temperatur abnahm, nahm auch die hierzu erforderliche Zeit der Verweilung im Wasserstoffgas stehen, etwas zu. So fand ich endlich zu meiner Verwunderung, dafs der aus Quecksilber von nur 41,7 R. kommende Platindrath noch fähig war, glühend zu werden durch die chemische Reaktion des Wasserstoffgas; aber diese Temperatur

war auch die Gränze und das Minimum; denn von nun an kam der Drath nicht mehr zum Glühen. Bedenkt man aber, dafs so schlecht auch der Platindrath die Wärme ausstrahlen mag, und so schnell die Manipulation war, um ihn aus dem Quecksilber vor den zu öffnenden Hahn des Gasometers zu bringen, er bei seiner grofsen Feinheit und absolut geringen Mafse, doch wohl noch ein Paar Grad verlor, so mag beiläufig das Minimum bei 40,8 R. liegen; eine unerwartet geringe Temperatur, um die Synthese des Wassers einzuleiten. Denn offenbar mufs sie oder eine analoge chemische Reaktion schon bei dieser Temperatur anfangen, denn der Luftstrohm, als solcher und ohne weiteres, verkaltet das Platin und zwar sehr schnell. Diese Erscheinung vermehrte nicht wenig die Paradoxie der Davyschen Sicherheitslampe. Es verdient bemerkt zu werden, dafs ein Zylinder von feinem Stahldrath unter ganz gleichen Umständen, und mit demselben Wasserstoffgas nicht zum Glühen zu bringen war, selbst wenn er von einer zwar schwach, aber doch noch merklich roth glühenden Eisenmasse getragen, und zur entsprechenden Temperatur gebracht war. Eben so merkwürdig ist es, dafs ein Strohm von gekohltem Wasserstoffgas in dieser Beziehung so sehr zurück bleibt gegen reines Wasserstoffgas. Wurde der Versuch mit ersterem angestellt, so kam das Gewinde von Platindrath nicht zum Glühen, selbst wenn man es aus dem fast siedendem Quecksilber zog. Merkwürdig ist auch die Langsamkeit, mit welcher der Gasstrom allmählig seiner Länge nach an Temperatur zunimmt. Die Spitze des $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Strohms kommt da, wo sie das Platin berührt, zuerst zum Glühen, dann dauert es aber manchmal mehrere Sekunden, ehe die sogenannte Flamme am rückwärts gelegenen Theile, und bis zur Mündung der Ausflufsröhre gelangt, so dafs man immer Zeit hat, den Hahn zu schliessen, ehe der ganze Gasstrom im Glühen sich als Flamme zeigt. Schliefsen wir nun aus der Analogie der Erfolge beim reinen Wasserstoffgas, auf die bei der aphlogistischen Zersetzung der Weingeistdämpfe, so folgt, dafs die noch nicht zum Glühen gekommenen äufsersten Gewinde des Platins, und das sie unmittelbar umgebende Gas, eine verhältnifsmäfsig zu niedrige Temperatur haben, um ihr gewöhnliches Leitungs- und Isolationsverhältnifs zur Elektrizität zu modifiziren; und dafs diese Modifikation nur eintritt bei der sehr bestimmten Temperatur, wo zwar das Platin schon glüht, die durch es zersetzten Gas- oder Dampfarten aber noch nicht; und zwar ist bei dieser Temperatur die Bethätigung der elektrischen Expansion nicht so

stark, dafs der geringe spezifische Unterschied beider Thätigkeiten für die Wahrnehmung verschwinde, in der gleichsam tumultuarischen Fortleitung sowohl der einen als der andern.

II. Wird aber bei höheren Temperaturen das Glühen des Platins so intensiv, dafs die es umgebenden Gasarten selbst glühend als Flamme erscheinen, oder sich diesem Punkte nur nähern, dann hören die Reziprokationserscheinungen wiederum auf, und zwar aus dem so eben erwähnten Grunde. So wie im luftleeren Raume bei grofser Verminderung der Kohibenz des umgebenden Mittels der Gegensatz des Spitzenlichts immer unentschiedener wird, so auch mufs nach der Ansicht, die wir prüfen, die Reziprokation immer unbestimmter werden, und am Ende verschwinden wenn die Kohibenz durch übermäfsige Temperatur-Erhöhung so vermindert wird, dafs die Fortleitung beider Thätigkeiten so absolut grofs wird, dafs die spezifischen Unterschiede verschwinden. Dieses bestätigt die Erfahrung. Während das sich überlassene Platin unter gut gewählten Umständen normal fortglühend, Stunden und Tage lang die Reziprokation auf das bestimmteste giebt, so darf man es nur mit einem Strohm von Sauerstoff- oder Wasserstoffgas, ja blofs von atmosphärischer Luft anwehen, um ein Steigern der Fortleitung wahrzunehmen, die aber sehr bald eine solche Intensität erreicht, dafs ein etwaniger spezifischer Unterschied beider Elektrizitäten nicht mehr bemerkt werden kann. Und so erkläre ich mir, warum die Kumulation von Platinmassen an derselben Glühlampe die Reziprozität immer minder und minder deutlich aussprechen; das Maafs wird hier durch Ueberschufs der Bethätigung eben so überschritten, wie durch Mangel in den Versuchen, wo die letzten Gewinde nicht glühen Dieses Maximum der Leitungsfähigkeit beim Maximum der Temperatur kann man sich übrigens sehr leicht verschaffen; man darf nur durch einen brennenden Körper die Gasarten der Glühlampe entzünden, so hat man eine gemeine Weingeistlampe vor sich. Welche elektrisch chemische Verhältnisse bei den glühenden Dämpfen der brennbaren Substanzen obwalten, ist durch eine frühere Arbeit, und durch die als Korollare sich daran schliefsende Versuche Herrn Brande's bekannt. Ob aber auch in den vorläufigen Stadien einer minderen Erhitzung der chemische Gegensatz der oxigenirten und hydrogenirten Dämpfe auf die Art der Reziprokation bereits einen Einfluss hat, ist eine sehr anziehende Frage, die aber vor der Hand und mittelst des aphlogistischen Glühens

hens nicht zur Entscheidung zu bringen ist, da einerseits kein anderes Metall als das Platin, oder höchstens Gold und Silber, die denselben Werth in der elektrischen Reihe haben, und andrerseits keine andern Dämpfe als die von hydrogen Werth auf diese Weise geprüft werden können; es ist also von keinem Belang, wenn ich dieselbe Art von Reziprokation, nur mit geringen quantitativen Unterschieden auffand, bei Platin mit Weingeist, Naphta, Therpenthinöl und Kampfer, denn diese Dämpfe sind alle von hydrogen Werth; und durch Phosphordämpfe, ohne dafs sie sich sogleich entzündeten, das Platin im Glühen zu erhalten, wollte begreiflich nie gelingen.

Ich erlaube mir noch schliefslich von den mannigfaltigen Momenten dieser Untersuchung nur einer wichtigen Frage in aller Kürze zu erwähnen. Vermag je, selbst unter den günstigsten Umständen, der spezifische Unterschied an Expansibilität, oder wenn man will, an Fähigkeit fortgeleitet zu werden, der beiden Thätigkeiten die als sich neutralisirend gedacht, den Zustand der elektrischen Indifferenz bilden (gleich *O E*), das Neutralisationsgleichgewicht zu heben, und eine elektrische Erregung dadurch zu bedingen, dafs von dem expansibeleren und folglich durch umgebende Mittel weniger kohibirten Elemente ein Antheil aus der Kombination entweiche. Die Chemie der Ponderabilien zeigt überall Wirkungen dieser Art; dürfen wir diesen Mechanismus auf die neutrale Kombination der zwei elektrischen Thätigkeiten anwenden? Diese Frage hat eine doppelte Beziehung: zuerst die, welche eigentlich gegenwärtige Untersuchung veranlafste, nämlich die Erklärung der Polarität, die da entsteht, wenn in einer symmetrisch sich wiederholenden Reihe von Gliedern, ein und dasselbe Metall das Wasser berührt mit einer abwechselnd sehr grofsen und sehr geringen Fläche; darf man annehmen, dafs die Ladung, die bei solchen Säulen entsteht, durch den blofs geometrischen Unterschied der wechselseitig entgegengesetzten Oberflächen auf den Mechanismus der Spitzen sich beziehe, in der Ausdehnung, die wir ihm hypothetisch hier andeuten, als hinreichend um das expansibelere vom minder expansibeleren zu trennen, nach der Richtung wo Spitze und Fläche liegen, sollte auch diese Trennung, nur in dem sehr geringen Grad von Intensität geschehen, den wir bis jetzt an diesen Säulen wahrnehmen konnten.

Die zweite Beziehung, die man der Frage geben könnte, wäre eine, ich gestehe es selber, etwas sehr wild und unmotivirt klingende Hypo-

these über die positive Ladung der Atmosphäre bei heiterer Luft. Wäre es nicht möglich, dafs der durch Sonnenlicht erwärmte Boden der ihn unmittelbar berührenden und auch erwärmten Gasschicht einen Antheil seiner durch Temperatur expansibeler gewordenen positiven Thätigkeit abgebe, welcher sofort durch stete Ausströmung der Luft nach oben geführt, und an neue Lufttheile stets wiederholt, die Kontinuität des Prozesses bedingte. Die Art, der geringe Grad und die täglichen Perioden der atmosphärischen Elektrizität in dem normalen Verlauf würden mit dieser Ansicht sehr gut in Uebereinstimmung zu bringen seyn; und diese Bedeutung gab ich anfänglich der von Morechini angekündigten Ladung des Elektrometers durch kondensirtes Sonnenlicht, welche mir jedoch nie gelingen wollte.

Doch so viel ich bis jetzt sehen konnte, entscheidet die Erfahrung, die aufgeworfne Frage verneinend in ihren beiden Beziehungen. Denn die Glühlampe, welche auf die ihr mitgetheilte anderweitig erregte freie elektrische Thätigkeit so scharf scheidend reagirt, gelangt doch durch sich selbst nie in einen Zustand der Erregung; der Mechanismus der Spitzen selbst durch Glühhitze gesteigert, ist also nicht im Stande, das bestehende natürliche Gleichgewicht der zwei Kräfte von vorn hinein und aus freien Stücken aufzuheben. Diese Ueberzeugung ist leicht zu gewinnen. Eine Glühlampe im vollkommensten Zustande hatte über sich einen Schirm, der an den Deckel eines vorzüglichen Kondensators von ein Fufs Durchmesser befestigt war. Gegen diesen Schirm liefs ich in verschiedenen Entfernungen die Dämpfe der Glühlampe ansteigen, aber nie erhielt ich eine Spur von Ladung, es schied sich also durch vermehrte Expansibilität kein positiv Elektrisches aus der Verbindung. Diesen Versuch habe ich oft wiederholt, und zwar so, dafs er in der Regel die ganze Nacht hindurch fortgesetzt ward; oft habe ich auch die etwanige Ladung des grofsen Kondensators an einen kleineren gebracht, und doch keine Divergenz erhalten. Auch versuchte ich es, zwei Glühlampen wechselsweise auf einander wirken zu lassen, um die Scheidung noch mehr zu begünstigen; aber sowohl das isolirte als das mit dem Boden in Verbindung seyende System gab keine elektrische Spannung. Wenn aber diese Versuche für die so eben erwähnte aetiologische Ansicht der meteorologischen Elektrizität nicht günstig ausfallen, so mufs man billig gestehn, dafs sie die Hypothese, welche diese atmosphärische Elektrizität von der Verdampfung ableitet, eben so wenig bestätigen; denn wo läfst sich wohl ein vortheilhafteres Zusammentreffen von Umständen er-

sinnen, um eine etwanige Erregung von Elektrizität durch allmählige Verdampfung wahrzunehmen, als bei dem ruhigen Prozefs der aphlogistischen Lampe, und der Art, wie ich ihn benutzte. Herr von Buch, einer unserer bewährtesten Metereologen, äufserte einst gegen mich, die Schuld liege wahrscheinlich an meinen Instrumenten, wenn ich noch Zweifel gegen diese Theorie hege. Ich glaube es nicht. Volta sprützt etwas Wasser in einen eisernen Ofen voll glühender Kohlen, und erhält manchmal, und wenn ich nicht irre, meistens mit dem Kondensator schwache Divergenzen von einigen Graden. Cavallo braucht dazu seinen Kollektor, und erhält auch nur Spuren; meine ganz einfache Methode giebt mir aber unmittelbar und ohne alles Kondensiren und Dupliziren Divergenzen, wo das Elektrometer bis zum Anschlagen und zum wiederholten Anschlagen gelangt, und wo ein mäfsigerer Grad von Ladung sich zur ferneren Prüfung sehr konstant erhält. Der Apparat ist höchst einfach: ein mit Wasser zum Theil angefülltes tiefes metallenes Gefäfs wird so vollkommen wie möglich isolirt; über dieses hängt von der Decke des Zimmers an einer gut isolirenden seidenen Schnur in 4 bis 5 Fufs Entfernung ein hohler papierner Konus von 1 bis 2 Fufs Basis, der mit dem Elektrometer durch einen Drath in Verbindung steht. Von einem Satz kleiner Kartätschkugeln, die in einem Ofen geglüht werden, läfst man nun eine nach der andern in das Wasser fallen; der Wasserdampf, in und an den Konus steigend, bedingt unmittelbar die erwähnten starken und bleibenden Divergenzen. Auf gleiche Weise läfst sich mit gleicher Bestimmtheit die Divergenz durch Verdampfung beobachten, wenn unter dem Konus ein glühender eiserner Tiegel gestellt wird, in welchen Wasser eingetragen wird. Seit 1804, wo diese Methode in meinem Tagebuch zum erstenmal erwähnt wird, bin ich oft auf diesen Gegenstand zurück gekommen. Wenn ich also gerade seit dieser Zeit Zweifel gegen die Verdampfungselektrizität als Quelle der meteorologischen äufserte, so war es sicher nicht, dafs mir die elektrometrischen Erregungen bei der Verdampfung nicht durch Autopsie bekannt genug wären, sondern vielleicht aus dem gerade entgegengesetzten Grunde, weil ich besser und ruhiger schauen konnte, als bei mehr einengenden mikrologischen Methoden. Von den Hauptmomenten dieser Zweifel will ich nur einige erwähnen, die vielleicht in der Folge ihre Lösung finden werden, in den theils schon bekannten theils noch zu entdeckenden elektrischen

Beziehungen der glühenden Metalle, und der Gasarten in verschiedenen Temperaturen.

Die Erregung von Elektrizität bei der Verdampfung scheint an irgend eine noch unbekannte Bedingung gebunden zu seyn, denn auf dem so einfachen und planen Wege der Prüfung, wie der meinige, ist es unerklärlich, warum unter absolut gleichen Umständen von zehn Fällen z. B. neun durchaus gar keine Spur von Ladung geben, und dann wieder der zehnte, zwölfte oder wohl gar nur der zwanzigste eine so ausgezeichnete Divergenz bedingte. Wo man Kondensatoren und Duplikatoren anwendet, da kann allerdings etwas Raum für Anomalien statt finden; aber da wo alles so offen vor Augen liegt, und so identisch bleibt, da ist es auffallend, dafs dasjenige, was Norm seyn soll, fast nur als Ausnahme vorkommt.

2) Wenn endlich bei einem gelungenen Versuche der empfangende Konus über dem isolirten Tiegel die entschiedenste negative Divergenz giebt, so braucht man nur den Tiegel ableitend zu berühren, um diese negative Divergenz, welche als die eigenthümlich von den Dämpfen mitgetheilte betrachtet wird, unmittelbar in eine eben so starke positive urplötzlich übergehen zu sehen. Unzählige mal sahe ich dieses, und habe es Mehreren gezeigt. Auch hier ist also eine sehr verborgene Mitwirkung, die uns behutsam machen mufs, wenn wir auf den Grund einiger Fälle, die unter vielen gelingen, die beobachtete negative Spannung als das unausbleibliche Resultat der Verdampfung des Wassers annehmen.

3) Wo keine Glühhitze ist, wird man höchst selten Elektrisation bei der Verdampfung wahrnehmen. Ich vergrub eine Aeolipile mit heifsem Wasser in glühenden Sand, und liefs die Dämpfe gegen den Konus spielen, erhielt aber nie eine Spur von Elektrizität. Ein kleiner Dampfkessel, der so isolirt war, dafs ich mich durch unmittelbare Prüfung versicherte, dafs er jeden Grad der Elektrizität so genau zusammenhielt, wie man es nur verlangen konnte, wurde auf 90 Grad Reaumur getrieben; sein Sicherheitsventil öffnete sich jede dritte Minute beiläufig, und trieb seinen kondensirten Dampf gegen ein isolirtes Blech, welches mit dem Elektrometer konnektirte. In mehr wie hundert Emissionen des Dampfs, sah ich bei Einer einzigen eine kleine Divergenz; bei allen übrigen durchaus keine Spur davon. War diese nun zufällig, (durch Reiben der Ventile etc.) oder bildeten umgekehrt die 99 negativ ausfallenden die Ausnahme, und der einzelne darstehende Fall die Regel; ich wage noch nicht es zu entscheiden.

4) Auf die Natur der Gefäfse kommt es mit an, ob man die Dämpfe positiv oder negativ erhält. Saufsure's Versuche sind bekannt. Hat dieses vielleicht eine Analogie mit der entgegengesetzten Reziprokation bei Eisen und Platin?

5) Die Glühlampe giebt isolirt oder abgeleitet durchaus keine Elektrizität ihrer Dämpfe, selbst wenn sie Stundenlang auf ganz vorzügliche Kondensatoren wirkt, und doch hat dieser Prozefs für sich seinen sehr gleichmäfsigen und ruhigen Gang, wo man am allerersten die Elektrisation als Produkt der Verdampfung wahrnehmen müfste.

6) Bei der unmerklichen Ausdünstung an der freien Luft ist es mir durch die geschärftesten Mittel der Prüfung nie gelungen, eine Spur von Ladung zu entdecken; und doch sollte eine breite Schale, die an einem warmen Tag auf einem Kondensator verdunstet, doch nach Stunden wahrnehmbar gewirkt haben.

7) Auch erinnere ich an die Resultate, die ich im phys. Bande dieser Schriften für die Jahre 1814 und 1815 mittheilte; Wasser in einem verschlossenen elektrometrischen Apparat erwärmt, giebt Dämpfe von ganz gleicher Spannung, das Wasser mag elektrisirt seyn oder nicht; und eben so giebt Wasser, welches auf der Kugel eines Rumfordschen Thermoskops verdampft, ganz gleiche Erniedrigungen der Temperatur bei $OE$ bei $+E$ und bei $-E$.

Ich erwähnte dieser Zweifel nur als solcher. Weit entfernt, etwas in der Sache festsetzen zu können, wollte ich durch das Gesagte nur gleichsam die Verpflichtung übernehmen, die Reihen dieser Untersuchungen wieder ohne alle vorgefafste Meinung durchzunehmen, mit Rücksicht auf die Erscheinungen der Reziprozität, welche vielleicht einige der erwähnten Anomalien zu lösen vermögen; ich werde mir erlauben, über diese Revision gelegentlich zu berichten.

Was die Polarität betrifft, welche in den Zambonischen Säulen entsteht durch blofsen geometrischen Unterschied der Flächen, so wäre doch möglich und vielleicht sogar wahrscheinlich, dafs wir für sie die gesuchte Analogie in den Erscheinungen der Reziprokation wirklich gefunden hätten. Denn wenn gleich das, was wir, um kurz zu seyn, den Mechanismus der Spitzen nennen wollten, nicht hinlangen sollte, um die im Gleichgewicht beruhenden Thätigkeiten zu trennen, so ist ja in der Berührung des Metalls mit dem Wasser der Grund einer geringen Störung des Gleichge-

wichts vorhanden; nun lehren uns unsere Versuche, daſs unter Umständen, die wir auf die Disjuktion von Spitze und Fläche reduziren können, das durch eine anderweitige Ursache frei gewordene Positive und Negative, nach zwei verschiedenen sehr bestimmten Richtungen geschieden werde; nichts hindert also anzunehmen, daſs in jedem einzelnen Glase des Apparats, wo Spitze und Fläche im Wasser gegenüber stehen, das Positive sich an der Spitze etwas stärker expandire, als an der Fläche, und das Negative umgekehrt, wodurch die zwei gegenüber stehenden, obgleich beide von demselben Metall in den Gegensatz treten und eine einzelne Kette bilden, da auf deren Vervielfältigung zu einer Batterie durch vermehrte Anzahl solcher Glieder die Gesetze der Säule mit gewissen Modifikazionen anwendbar wären. Daſs die Ladung dieser Säulen so gering ist, daſs man sie nur mit dem Kondensator wahrnehmen kann, mag herrühren theils von dem nur sehr geringen elektromotorischen Gegensatz der Flüssigen zu den Festen, theils von der eben so geringen absoluten Intensität der Kraft, welche selbst unter viel günstigeren Umständen beim glühenden Platin die Reziprozität bedingt. Warum aber das eine Metall den Pol der Spitzen positiv, das andere denselben negativ setzt, ist unerklärbar, und würde hinlangen, die ganze Analogie über dem Haufen zu werfen, wenn uns nicht eine ähnliche Anomalie zwischen Platin und Eisen auch bei den Reziprokationsversuchen aufgestoſsen wäre.

Ueber

# die aus Beobachtung der Quellen sich ergebende Temperatur des Bodens, in der Gegend von Berlin *).

Von Herrn Erman **).

Die Geschichte unserer Physik der Erde wird neben so vielen und so wichtigen Verdiensten der Herren von Humboldt und von Buch dankbarlichst rühmen, dafs sie zuerst die ganze Bedeutung der über die Temperatur der Quellen in verschiedenen Breiten und Höhen anzustellenden Beobachtungen durchschauten, und durch das Beispiel ihrer eigenen genauen und kritisch bearbeiteten Untersuchungen gezeigt haben, wie die mittlere Temperatur des Bodens auf diesem Wege schnell und leicht zu erhalten sey, während die mittlere der dazu gehörigen atmosphärischen Temperatur sich durch zwanzigjährige Beobachtungen kaum so bestimmt ausspricht. Zwar führt Herr von Humboldt in seiner klassischen Abhandlung über die isothmerische Linien einen Aufsatz von Röbuck an: (Transactions 1775. S. 459.) über die Temperatur von London verglichen mit der von Edinburgh, als den ersten Keim dieser Methode enthaltend. Röbuck findet aus dreijährigen Beobachtungen die meteorologische Mittlere für London 8,96 R. und für Edinburg h6,97, und fügt die scharfsinnige Bemerkung hinzu, die Mittlere der Quellen sey für London 8,45, und für Edinburgh

*) Die seit 1818 fortwährenden monatlichen Beobachtungen bis zum Dezember 1819 sind späterhin mit aufgenommen worden, und haben zu den Resultaten konkurrirt.

**) Vorgelesen am 4. Juni 1818.

6,66; und dieselbe Uebereinstimmung sey für jedes Land zu erwarten, und folglich seine vergleichende Beobachtungen der Temperatur der Quellen und der See in gleichen Tiefen sehr zu empfehlen. Dieser Wink hatte jedoch nicht vielen Erfolg, und war um so weniger geeignet ihn zu haben, da zwei so disparate Elemente, wie Temperatur der Quellen und Temperatur der See in der Tiefe, gleichsam als identisch aufgestellt wurden. Doch finden wir, dafs John Hunter auf Cavendish Geheifs (Transactions 1788.) die Quellen in Jamaika beobachtete, und gefunden haben wollte, dafs sie völlig mit der Mittleren der atmosphärischen Temperatur übereinstimmten mit 21,3 R., und dafs ihre Temperatur abnahm in dem Maafse wie man sich vom Meeresufer entfernt. Herrn von Humboldt, wenn er ja früher von Röbucks Vorschlag wufste, bleibt in jedem Fall das Verdienst der klaren Einsicht der Verschiedenheit und des wahren Werths beider Klassen von Beobachtungen, nebst dem einer meisterhaften Ausführung; und Herrn von Buch verdanken wir neben einer Anzahl sehr schätzbarer Beobachtungen, die erste klare Vorstellung der Ursache der Konstanz der Quellentemperatur, und man ist der Meinung, dafs wir dieser erregenden Klarheit die schöne Reihe der Wahlenbergschen Beobachtungen verdanken. Wahlenbergs umsichtiger Fleifs im Beobachten, und seine genialische Behandlung dieses Gegenstandes in Beziehung auf Vegetation sind allgemein bekannt. Hauptsächlich durch ihn steht fest das wichtige Resultat der Nicht-Identität der Mittleren des Bodens mit der Mittleren der Atmosphäre. Das Gesetz dieser relativen Dekreszenz beider Mittleren ist bereits für die verschiedenen Breiten aufgestellt, und es ist Pflicht, diesem Verhältnisse eine ganz besondre Aufmerksamkeit zu widmen. Je mehr die Methode durch eine einzige oder durch einige Beobachtungen einer einzigen Quelle auf die mittlere jährliche Temperatur des Bodens zu schliefsen, sich durch Kürze und Bequemlichkeit empfiehlt, je behutsamer müssen wir seyn, die Sache auch nicht zu leicht zu nehmen, damit diese wichtige Beobachtungsmethode nicht von ihrem Beginnen an behaftet werde mit der falschen Prämisse einer durchgängigen und absolut korrekten Uebereinstimmung, welche sich die Natur wahrscheinlich hier eben so wenig wie überall aufdringen läfst. Man würde der Wahrheit Hindernifs in den Weg legen, wenn man nicht anerkennen wollte ein gewisses Schwanken der Resultate, dessen Gränze nach den verschiedenen Lokalitäten aufzusuchen ist,

um

um zu wichtigen Korrektionselementen dermaleinst zu gelangen. Für jetzt ist man geneigt nur ein einziges Korrektionselement anzunehmen, nämlich für die Höhe, aus welcher das Quellwasser wirklich kömmt. Es ist aber wahrscheinlich, dafs die Natur des Bodens, die Ausdünstungs- und Ausstrahlungsverhältnisse seiner Oberfläche, die Lage derselben in Beziehung auf das Sonnenlicht, ja vielleicht die chemische Konstitution der Quellen selbst auch mit in Betracht gezogen werden müsse.

Bei der sechsjährigen Beobachtung mehrerer Quellen hiesiger Gegend über die ich zu berichten haben, war mein Augenmerk den Grad von Uebereinstimmung und von Sicherheit den diese Beobachtungsmethode in gegebenen Lokalitäten gewährt zu prüfen, indem ich mehrere Quellen aus demselben Gebiet anhaltend beobachtete, die Resultate der mehr oder minder veränderlichen unter sich verglich, so wie auch für jede einzelne den mittleren jahrlichen und monatlichen Gang aus vielen Jahren mit denen aus einem einzigen Jahre zusammenhielt. Wünschenswerth ist es, dafs eine ähnliche kritisch vergleichende Behandlung der Quellen eines nämlichen Gebiets, wie sie hier für die wasserarmen Quellen des Sandbodens statt fand, auch für wasserreichere Quellen im Thonboden und im anstehenden Felsen eingeleitet werde. Was das chemische Korrektionselement für die Temperatur der Quellen betrifft, so wird sich aus dem Folgenden ergeben, dafs ohngeachtet der sichtbaren Beiträge, die wir für die Salzquellen mehrerer Gebiete, den hohen wissenschaftlichen Sinn und der gefälligen Mittheilung des Herrn Ober-Berghauptmann Gerhardt verdanken, diese ganze Untersuchung doch kaum als begonnen zu betrachten ist.

Die Gegend von Berlin ist durch ihre grofse Flachheit und ihren fast durchgängig sandigen Boden wenig geeignet, die Tagewasser so zu sammeln, dafs sie wieder an der Oberfläche als Quellen sich ergiefsen. Fast durchgängig findet man das Tagewasser nur in künstlich abgeteuften Brunnen wieder, und zwar in geringer Tiefe. Das Grundwasser als Infiltration des Flufswassers beschränkt sich auf die nächste Umgebung der Spree und ihrer Kanäle; beide Arten von Wasser sind aber aus sehr einleuchtenden Gründen nicht geeignet, die mittlere Temperatur des Bodens auszusprechen. Eigentliche fortwährend an der Oberfläche fliefsende Quellen sind mir in der nächsten Umgebung von Berlin nur zwei bekannt; nämlich die des Luisenbrunnens nahe am Vorwerk Wedding, und eine andere am Ufer der

Spree, zwischen Charlottenburg und Spandau. Diese letztere entspringt dem Westnordwestlichen Abhang eines Hügelzugs, der sich von Südsüdost nach Nordnordwest, fast von der Grunewalder Heide bis an das Ufer der Spree hinzieht, und über welchen die Strafse von Charlottenburg nach Spandau führt. Die Quelle entspringt hinter der Reimannschen chemischen Fabrik, und erreicht sehr bald die Spree. Sie ist nicht eingefafst, und taugte deshalb wohl zu Temperaturbestimmungen. Andrerseits aber unterwirft sie die Geringfügigkeit ihrer Speisung, und der Umstand, dafs sie an vielen Punkten heraussiekert, ohne einen bestimmten Strahl zu bilden, zu sehr den Temperatureinflüssen der Oberfläche; weshalb ich die Beobachtung derselben sehr bald aufgegeben habe. Kurz nach ihrem Entstehen wird sie in einem sehr geräumigen ausgezimmerten Behälter aufgenommen, von wo aus das stets überfliefsende mittelst einer Rösche von Brettern durch das Gehöfte dem Flusse zugeleitet wird. Diese vorläufigen Vorrichtungen deuten auf ein früheres Vorhaben, sie als Heilquelle zu benutzen, und ein geringer Antheil Schwefelwasserstoff ist in der That nicht abzuläugnen.

Der Luisenbrunnen eignete sich viel besser zu Temperaturbeobachtungen, ehe er in seinen vieljährigen Verfall gerieth, und zu der Zeit (1812) wo ihn Wahlenbergs Beobachtungen klassisch gemacht. Er befindet sich $\frac{1}{4}$ Meile N.N.W. von der Stadt, dicht am Vorwerk Wedding; und hat eigentlich zwei Quellen, wovon die eine bis jetzt nicht als Heilquelle benutzt wird, obgleich sie, wie man behauptet, von ähnlicher mineralischer Beschaffenheit ist. Diese bildet im Garten der Meierei einen mit hölzerner Einfassung bekleideten Brunnen, fliefst aber unterwärts ab, so dafs sie an dem Punkt, wo sie unmittelbar aus der Erde hervordringt unzugänglich, und zu Temperaturbestimmungen untauglich ist Ihr Wasser fliefst von diesem Brunnen queer durch die daneben liegende moorige Wiese, von wo aus sie am entgegengesetzten Ende der Wiese als wildes Wasser der Panke zufällt. Die eigentliche Heilquelle oder der Luisenbrunnen selbst, welche Wahlenberg beobachtete, liegt hart am Rande der moorigen Wiese. Ihr Wasser erhält sie wahrscheinlich aus der Tiefe dieses Moorgrundes, denn nach dieser Richtung sollen ihre unterirrdischen Röhren liegen; welches jedoch nur auf die Aussage eines alten Zimmermanns beruht, der in seiner Jugend bei der Anlegung derselben arbeitete. So unglaublich wie es klingt, so ist es mir doch unmöglich gewesen, bei den Besitzern dieses Brunnens irgend ein Archivstück, oder auch nur eine mündliche Tradition aufzufin-

den, über die lokalen Verhältnisse der Quelle, und über die Richtung und Tiefe, aus welcher sie gespeist wird. Die unbeträchtlichen Erhöhungen des Bodens, (denn Hügel darf man sie kaum nennen, obgleich sie auf topographischen Karten unter der Benennung von Brunnenkuppe bezeichnet sind,) liegen südlich von der Wiese gegen Berlin zu, und scheinen das Tagewasser herzugeben, welches aus der Einfassung des Brunnens hervorquillt. Eine chemische Vergleichung dieses Wassers, welches den Torfmoor durchstrichen hat, mit dem Wasser des Gesenkes in der Meierei oberhalb des Torfmoors, würde nicht ohne Interesse seyn, und würde wahrscheinlich zeigen, dafs die mineralischen Bestandtheile dieser Quelle (man sehe Rose's Analyse) meistens von den chemischen Einwirkungen des Wassers in der Tiefe des Moores herrühren.

Die Temperatur dieser Quelle ist von Wahlenberg im Jahre 1812 vom August bis zum April beobachtet worden. Er fand sie sehr konstant, da die gröfste Differenz nur 0,25 R. betrugen; indem die Quelle in diesen neun Monaten in einer sehr regelmäfsigen Progression von 7,77 auf 7,52. Mehrere Beobachtungen die ich anstellte, so lange die Quelle sich noch in brauchbarem Zustande befand, und zwar mit Thermometern, die mit Mikroskop, Mikrometerschraube und Nonius versehen, eine unmittelbare genaue Ablesung der 0,05 R. gewähren, haben mich überzeugt, dafs der von Wahlenberg bestimmte Gang dieser Quelle auch in verschiedenen Jahren sich stets gleich bleibt.

So z. B. fand Wahlenberg in den Jahren 1811 und 1812

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Februar | 7,60. | — | ich | 19. | Februar | 1815 | — 7,55. |
| 14. März | 7,60. | — | - | 14. | März | 1814 | — 7,60. |
| 1. April | 7,50. | — | - | 1. | April | 1814 | — 7,50. |
| 29. September | 7,70. | — | - | 28. | Septemb. | 1814 | — 7,70. |
| 29. October | 7,70. | — | - | 30, | October | 1817 | — 7,75. |

Die Monate Mai, Juni und Juli fehlen bei Herrn Wahlenberg. Nach neuen Beobachtungen fängt die Quelle,, welche im April ihren niedrigsten Stand erreicht hatte, im Monat Mai wieder an sich zu erheben. Bewundernswerth erscheint die Regelmäfsigkeit ihres Ganges, wenn man Beobachtungen von ganz verschiedenen Jahren nach der Folge der Tage eines Monats zusammenstellt, so z. B. für den Monat Mai fand ich:

Am 7. Mai 1818 — 7,45.
- 14. - 1817 — 7,55.
- 30. - 1815 — 7,60.

Als Wärme des Bodens in der Breite 52°, 31′ erhält Wahlenberg aus seinen Beobachtungen die mittlere von 7°,68, aus den meinigen ergeht 7°,59. Dieser geringe Unterschied rührt unstreitig daher, dafs sowohl die Thermometer wie die Beobachter Individuen sind, und zwar im vorliegenden Fall Individuen, die sich wechselseitig bestimmen, da Wahlenberg sein Thermometer nach seiner eigenen Blutwärme regulirt, durch Halten der Kugel unter der Zunge in der verschlossenen Mundhöhle. Ich finde zwar seine Angaben für die Früh- und Abendstunden, und für die Zeiten vor und nach der Mahlzeit an meinem Körper durch mein Thermometer genügend übereinstimmend; würde jedoch kaum begreifen, wie es ihm möglich war, durch ein so unbequemes Prüfungsmittel ein Instrument zu konstruiren, welches harmonirte mit einem guten Dollondschen Thermometer, und mit den meinigen, die Herr Schaffrinsky mit vieler Sorgfalt konstruirte, wenn nicht Fleifs und Liebe bei der Ausführung die etwanigen Mängel der Methode hier wie überall reichlich ersetzten. Auf jeden Fall war es sehr wichtig für meinen Zweck, die folgenden Beobachtungen an die Wahlenbergschen Beobachtungen und Resultate dadurch anzuschliefsen, dafs ich die fast vollkommene Uebereinstimmung unserer Instrumente faktisch bewies; welches um so nöthiger ist, da ich Grund zu haben glaube, die mittlere Temperatur des Bodens für unsere Gegend etwas höher hinauf zu rücken, als Herr Wahlenberg es thut. Einige kritische Bemerkungen über die Authentizität der Angaben des Luisenbrunnen, sollen sogleich zur Sprache kommen.

Die Gegend um Potsdam ist schon hügeligt genug, um Quellen erwarten zu lassen. Ich habe in der That vier Quellen in diesem Gebiet anhaltend beobachtet, und es giebt deren mehrere, die ich nicht benutzt habe.

Die erste, die sich durch eine ganz aufserordentliche Unwandelbarkeit ihrer Temperatur auszeichnet, entsteht von einem der Hügel, deren Zug in einer mehr oder weniger unterbrochenen Reihe, südöstlich vom Ufer der Havel bei Potsdam abwärts läuft unter den etwas schwankenden Benennungen vom Brauhausberg, Schöneberge, Bogenberge, Ravensberge. Die Quelle, wovon hier die Rede ist, fliefst an der südöstlichen Verflächung

der Ravensberge aus, zwischen den Dörfern Bergholz und Langerwisch, eine Stunde Weges von Potsdam, am Rande eines ehemals abgebaueten Torfmoors, auf einem sumpfigen Elsenbruch. Ich mufs bedauern, von dieser Quelle erst später Kenntnifs erhalten zu haben, so dafs ich für sie nur Beobachtungen von 19 auf einander folgenden Monaten besitze, welchen sogar der September abgeht. Diese Quelle verändert ihre Temperatur im ganzen Jahre nur um 0,1 R. *). Die Mittlere jährliche ist 8,05. Die kleinste Differenz unterm Mittel ist 0,03, und die gröfste überm Mittel ist 0,07. Sie erreicht ihren höchsten Stand aller Wahrscheinlichkeit nach im August; denn obgleich der September fehlt, so finden wir sie bereits im Oktober mit 8,08; und ausserdem ist auch der August der Kulminazions-Monat für die Temperatur aller übrigen Quellen des Potsdamschen Gebietes. Was die sonderbare Anomalie betrifft, dafs diese Quelle im Mai um 0,04 kälter befunden wurde, als im April und Juni, so mufs die Zeit lehren, ob diese aufser allen Analogien dastehende Inflexion der Temperaturkurve sich als reell und constant ergeben wird, in welchem Fall man sie beziehen müfste auf die später zum Ausfluls kommenden Schneewässer; da jedoch die übrigen Quellen dieser Gegend keine Spur dieser Anomalie zeigen, so möchte ich fast einen Fehler in der Beobachtung für den Monat April muthmafsen. Diese war in der That die erste die ich anstellte, bei dieser Quelle, und unbekannt, wie ich es noch war, mit den Schwierigkeiten der Lokalität, mufste sie in einer sehr ungünstigen Stellung gebückt im Sumpfe vorgenommen werden. Seitdem habe ich jedesmal durch Anhäufung von Reisern bessere Vorkehrung getroffen, und kann für die folgenden Beobachtungen besser einstehen; ich glaube daher, dafs diese Quelle vom Dezember bis zum Mai konstant auf 8,00 bleibt, und nur vom Juni bis zum November die geringe Inflexion erleidet, deren Maximum 0,1 Grad ist.

Diese fast absolute Unveränderlichkeit ist um so merkwürdiger, da die Quelle an sich nicht sehr wasserreich ist, und die Geringfügigkeit des Hügels, aus dem sie unmittelbar entspringt, keine beschützende Tiefe des unterirrdischen Ganges verspricht. Aber in einer nicht grofsen Entfernung von ihr habe ich doch durch Barometermessung einen Hügel von 233,4 Fufs aufgefunden, an dessen Fufs ein kleiner See sich bildet, der sogenannte Teufelssee. Das Torfmoor und der sumpfige Boden des ganzen Reviers

*) S. Figur I.

zeigen übrigens, dafs eine sehr grofse Masse atmosphärischen Niederschlags sich nach dieser Stelle hinzieht, so dafs es begreiflich wird, wie der absolut geringe Antheil desselben, der als Quelle fast ebenseitig zum Vorschein kommt, doch fast absolut unabhängig seyn könne von dem Wechsel der Jahreszeiten. Nimmt man an, dafs die jährlichen Mittleren der Quellen die Mittleren des Bodens aussprechen, ohne alle Korrektion als eine Hypsometrische, so hätten wir 8,03 der Temperatur der Erde für unsere Gegend. Eine Korrektion wegen der Höhe bedarf es nicht, da ein Zufluss von dem 233 Fufs hohen Hügel nicht wahrscheinlich ist, theils wegen seiner Entfernung, theils wegen des Sees, der den Niederschlag dieser Kuppe empfängt; auf jeden Fall wäre die Korrektion sehr gering, und zwar additiv. Vergleichen wir die Mittlere dieser fast konstanten Quelle mit der Wahlenbergschen Bestimmung von 7,68, so schwankt die Mittlere des Bodens innerhalb 0,35; erinnert man sich aber, dafs mein Thermometer die Mittlere des Luisenbrunnens um 0,09 niedriger angiebt als das Wahlenbergsche, so kommt ein Unterschied von 0,44, welcher schon bedeutend genug ist, theils weil ein halber Grad mehr oder weniger für die Mittlere des Bodens ein ungemein wichtiger Gegenstand ist für die Vegetation, theils weil die genaue Auffindung des Gesetzes, nach welchem die Mittlere des Bodens gegen die Mittlere der Atmosphäre nach den verschiedenen Breiten ab- und zunimmt, eine gröfsere Präzision der Resultate, aus welchen das Gesetz deducirt werden soll, durchaus erfordert.

Die andern drei Quellen bei Potsdam, von denen ich nunmehr vieljährige Beobachtungen habe, fliefsen alle am linken oder südlichen Ufer der Havel aus, zwischen der Stadt und dem unter den Namen Templin bekannten Landsitz des Herrn Generals von Bismark. Es zieht sich nämlich längs dieses Ufers eine fast ununterbrochene Reihe von Hügeln, meistens sehr nahe am Flufsbette. Diese meistens mit Nadelholz bewachsenen Sandhügel, die ich von 50 bis 160 Fufs Höhe fand, barometrisch gemessen, ruhen auf einer Thonschicht, die man an einigen Stellen zu Tage ausgehend findet; sie streicht stellenweise in einer Höhe von einigen Fufs über dem Wasserspiegel. Die Tagewasser, die durch den Sand dringen, sammeln sich auf diesem Lager. An einigen Stellen, wo die Schicht horizontal und frei zu Tage ragt, siekert das Wasser beständig, aber ohne sich zu einer Quelle zu sammeln. Bei anhaltendem Frost bekleiden sich diese Strecken mit einer kontinuirlichen Reihe von Eisstalagmiten, indem das in zu geringer

Menge hervorquellende Wasser bereits nahe am Entstehungspunkte gefriert, und durch unausgesetzten Zufluſs groſse an einander gereihte Eiszapfen bildet; in der Regel findet man aber diese Stellen schon im nächsten Jahre durch das Ueberstürzen des Sandes wieder bedeckt. Wo aber das Thonlager eine Mulde bildet, da ziehen sich die durchsiekernden Tagewasser zusammen, und flieſsen aus Winter und Sommer mit gleicher Wassermenge, und mehr oder weniger konstanten Temperatur.

Die Quelle auf der Drosedowschen Wiese, am Ende der Teltower Vorstadt, ist die veränderlichste von allen diesen, und bildet namentlich in dieser Hinsicht mit der eben erwähnten der Ravensberge einen sehr auffallenden Kontrast; um so wichtiger wird daher ihr nahes Zusammenstimmen mit derselben in der nämlichen jährlichen Mittleren. Sie entspringt von den westlichen Abhängen der Hügel, die durch anmuthige Aussichten und vielversprechende Anlagen eines Lustwaldes unter dem Namen Brauhausberge bekannt sind. Da der Hügelzug sich gerade an dieser Stelle vom Stromufer mehr entfernt, als weiter herunter nach Templin zu, und eine Unterbrechung erleidet, durch welche die Landstraſse geht, so hat das Wasser eine ziemliche Strecke in einer sehr geringen Tiefe unter der Kunststraſse und dem Boden eines Ackers und eines Stückes Wiese zum Theil in einer unterirrdischen Röhrenleitung zu laufen, ehe es seinen Ausfluſs nahe an der Havel erreicht, wo es als ein sehr angenehmes Trinkwasser benutzt wird. Es folgt daraus, daſs die an sich nicht wasserreiche Quelle von den Veränderungen der atmosphärischen Temperatur bedeutend affizirt wird, und an derselben zweimal Theil nimmt, einmal beim Niederschlag aus der Atmosphäre, und dann nahe an ihrem Ausfluſs.

Fig. II. ist die sehr konvexe Kurve ihres jährlichen Ganges. Die unmittelbar unter jeder monatlichen Ordinate stehenden Zahlen sind die Mittleren aus 6jährigen Beobachtungen; die unter den Namen der Monate stehenden Zahlen sind die einzelnen Beobachtungen des Jahres 1819. Die Uebereinstimmung ist unter besagten Umständen genügend genug; und wären es viel mehr noch, wenn ich Gelegenheit gehabt hätte, für jede monatliche Beobachtung des Jahres 1819 gerade die Mitte des Monats einzuhalten. Die Mittlere dieser Quelle ist aus den Beobachtungen der sechs Jahre 8,10, und aus Beobachtungen von 1819 allein 8,05. Wiederum eine Abweichung, die absolut genommen, bedeutend genug ist, die aber, wenn man auf die schlechte Eigenschaft dieser Quelle Rücksicht nimmt, wohl

noch gröfser seyn könnte, ohne dafs man Ursache hätte, sich sehr darüber zu wundern. Was den Gang dieser Quelle nach den Mittleren aus sechs Jahren betrifft, so zeigt die graphische Darstellung desselben, dafs die absolute Differenz vom höchsten zum niedrigsten Stand 5,11 beträgt. Die kleinste Differenz unterm Mittel ist 2,51. Die gröfste überm Mittel ist 2,60. Sie ist sechs Monat überm Mittel und sechs Monat unterm Mittel. Höchster Stand im August, niedrigster im Januar. Sie erreicht das Mittel zwischen April und Mai, und dann wieder zwischen Oktober und November. Es ist sehr auffallend, dafs diese höchst wandelbare Quelle und die fast unveränderliche der Ravensberge in ihrer Mittleren doch soviel Annäherung zeigen. Denn nehmen wir für beide dasselbe Jahr 1819, so hat die Drosedowsche 8,05, und die der Ravensberge 8,03. Aber der störende Einfluss wärmerer oder kälterer Jahre zeigt sich schon in der Mittleren aus sechs Jahren, welche für die Drosedowsche 8,10 giebt, also um 0,07 höher als die unveränderliche Normalquelle dieser Gegend.

Die zweite Quelle am Ufer der Havel fliefst ganz frei heraus ohne alle Einfassung, die Thonschicht geht hier etwas unter das Niveau des Bodens, so dafs das Wasser einen sprudelnden Strahl bildet, den man an den Bewegungen des Sandes am Boden des kleinen Beckens deutlich wahrnimmt. Bei der Geringfügigkeit der Quelle ist es um so wichtiger, die Kugel des Thermometers genau bis in den Sandstrudel zu halten. Die Umgebungen der Quelle haben eine sehr kräftige Vegetation; das Becken derselben ist meistens dicht bewachsen mit mehreren Wasserpflanzen, es ist angenehm, dieselben mitten im Winter grünend zu finden, so wie man selbst zu dieser Jahreszeit lebendige Frösche und Insekten aller Art darinn findet. Wegen dieser üppigen Vegetation könnte es manchmal schwer fallen, diese Quelle wiederzufinden, und von unzählig vielen andern Stellen zu unterscheiden, wo das Wasser, wie oben gesagt worden, vom Fufse der Hügel aus, sich nach der Havel ergiefst, ohne jedoch sich in Quellen anzusammeln. Ich bemerke daher für den, dem es etwa darum zu thun wäre sie aufzusuchen, dafs man sie gerade am Fufse des steilsten und höchsten Hügels dieser Uferstrecke findet, und zwar 895 Schritt vom Eingange des Templins.

Der Gang dieser Quelle ist graphisch dargestellt in Fig. 5. Man sieht, dafs sie sich etwas der Konstanz der Ravensberger Quelle nähert, so wie

wie sie derselben gleichkommt in ihrer eigenthümlichen Qualifikation für dergleichen Beobachtungen, indem man auch bei ihr das Wasser ohne alle erkünstelte Zuleitung unmittelbar aus der Erde entspringend prüfen kann. Die Mittlere aus den dreijährigen Beobachtungen von 1817 bis 1819 ist 8,07 und die Mittlere aus den zwölf einzelnen Monatsbeobachtungen des Jahres 1819 ist 8,08; eine sehr genügende Uebereinstimmung. Die absolute Differenz vom höchsten Stand zum niedrigsten ist 0,79. Die gröfste Differenz unter dem Mittel ist 0,31, die gröfste über das Mittel ist 0,48. Die Temperatur ist sechs Monat über und sechs Monat unterm Mittel. Der höchste Stand ist im August; sie erreicht das Mittel zwischen April und Mai, und wiederum zwischen Oktober und November. Die Uebereinstimmung ihrer Mittleren mit der der normalen Quelle des Ravensbergs ist fast so genau, wie man es verlangen kann, indem der Unterschied nur 0,04 beträgt.

Die dritte der am südwestlichen Ufer der Havel beobachteten Quellen ist die am Eingange des Templins, am Fufse eines etwas steilen, mit Bäumen bestandenen Hügels. Sie ist gefafst, und der edele Sinn des jetzigen Besitzers, Herrn General-Majors von Bismark, hat sie durch einfache und geschmackvolle Verzierung für den Wanderer noch einladender und gefälliger gemacht. Die Ausflufsröhre giebt in 12 Sekunden 56 Unzen eines sehr reinen Wassers; aber mindestens eine gleiche Menge, wo nicht sogar eine doppelte, rieselt nebenbei aus freien nicht gefafsten Adern. Diese Menge ist an sich gering; nichts destoweniger kommt man fast in Verlegenheit zu begreifen, wie der atmosphärische Niederschlag auf einer so unbedeutenden Anhöhe nach Abzug des wieder verdunstenden, und des auf die Vegetation verwendeten Wassers für die Ausflufsröhre allein einen zu Tage abfliefsenden Ueberschufs von 16200 Pfund Wasser täglich abwerfen könne, und für die Gesammtheit des hier quellenden Wassers eine Masse von jährlich 11,826,000 Pfund, und zwar in ganz gleichmäfsiger Menge des Abflusses, sowohl während der starken Verdunstung des Sommers, als während der Frost und die Schneedecke den Zufluſs so bedeutend hemmen mufs. Die Langsamkeit der Infiltration kann allein für die Extreme des ganzen Jahres eine mittlere Quantität des Abflusses bedingen, und hierin liegt auch bekannter Maafsen der Grund der beiläufigen Konstanz der Quellentemperaturen. Fig. 4. giebt die Kurve der jahrlichen Temperatur der

Templiner Quelle. Die Ordinaten stellen die Mittleren aus 6 Jahren, die zweite Reihe der Zahlen unter den Monatsnamen die unmittelbaren zwölf Beobachtungen des Jahres 1819. Die Uebereinstimmung fällt wie bei den übrigen günstig aus für die Beobachtungsmethode; und eben so übereinstimmend ist die Mittlere aus sechs Jahren mit der aus einem Jahre allein, nämlich 7,71, und 7,70. Es giebt vielleicht wohl sehr wenige Phänomene in der Natur, für welche eine solche Uebereinstimmung statt fände; und in dieser Hinsicht ist das Resultat unserer kritischen Bearbeitung des Gegenstandes günstig, um für die praktische Anwendbarkeit der Methode die mittlere Temperatur des Bodens aus nur wenigen Beobachtungen der Quellen zu erschliefsen.

Die absolute Differenz der höchsten und der niedrigsten beobachteten Temperatur ist 1,31. Die gröfste unterm Mittel 0,67. Die gröfste überm Mittel ist 0,64. Die Quelle ist 5 Monat unterm Mittel, 7 Monat über das Mittel. Der höchste Stand ist im August, der niedrigste im Januar; sie erreicht das Mittel zwischen April und Mai, und dann wieder im November. Die Templiner Quelle weicht also in mehrerer Einzelheit etwas von den übrigen desselben Gebietes ab; am auffallendsten aber in ihrem Mittel. Es ist in der That sehr auffallend, hier als Mittlere des Bodens nur 7,71 zu finden, während die drei andern angeben, die Ravensberger 8,05, die Drosedowsche 8,1, und die ungefafste an der Havel 8,07, und alle drei im Mittel 8,066. Diese Abweichung von 0,35 ist bedeutend genug. Sie wird um so wichtiger, wenn man bedenkt, dafs Wahlenbergs Bestimmung der Temperatur des Bodens von 7,68 für die Breite von 52, wie er sie aus der Beobachtung des Luisenbrunnens erschlofs, und wie sie Humboldt in seinem Meisterwerk über die Isotherme Linien annimmt, fast genau mit der Mittleren der Templiner Quelle übereinstimmt, und also um 0,35 zu gering ist gegen die Angaben der drei anderen. Man könnte den Vorschlag thun, die Mittlere aus diesen Mittleren zu nehmen; und es bliebe in der That nichts anderes zu thun übrig, wenn alle beobachteten Quellen von gleichem Werth wären. Dieses ist aber nicht der Fall. Die Ravensberger Quelle von 8,05, und die an der Havel wild ausfliefsende, haben die gröfsere Authentizität für sich. Ohne alle Röhrenleitung, unmittelbar der Erde entspringend, gestatten sie das Eintauchen des Thermometers in den eben entstehenden Wassersprudel. Nicht so verhält es sich weder mit dem von Wahlenberg benutzten Luisenbrunnen, noch mit der Templiner Quelle.

Diese letztere sammelt ihr Wasser vor dem Auslaufen aus der Röhre in einem ausgemauerten Behälter, dessen vordere Wand unmittelbar der äuſseren Luft frei ausgesetzt ist; das Gewölbe dieses Kessels hat sogar nach oben zu ein Luftloch, wahrscheinlich um das Stocken im Innern des Kessels zu verhindern, und das Wasser reiner am Geschmack zu erhalten. Die Menge des im Kessel sich ansammelnden Wassers beträgt kaum einen halben Kubikfuſs, beiläufig geschätzt. Das den Kessel umgebende Erdreich ist sehr feucht; die Sonne trifft diese fast ganz nach Norden gerichtete Stelle nie; die Farben sind überall dunkel, die Oberfläche bewachsen. Aus allen diesen Umständen ergeht, daſs die im Behälter gesammelten Wässer, ehe sie zum Ausfluſs kommen, kontinuirlich eine Veränderung ihrer ursprünglichen Temperatur erlitten haben, die zwar an sich gering, aber im Mittel genommen, durch Ausstrahlung der Wärme Verdampfung und mangelnde Insolation erkältend ausfallen muſs. Aus diesen Gründen würde ich die Templiner Quelle nicht zu einem Mittel konkurriren lassen mit den zwei wild ausflieſsenden, fast unveränderlichen, und selbst nicht mit der Drosedowschen, die obgleich sehr veränderlich, und mit der Künstelei einer fast ebensohligen Röhrenleitung behaftet, doch allen Einflüssen der Insolation und der Meteore ganz frei ausgesetzt ist; daher auch ihre Mittlere sich so sehr der Mittleren der Normalquelle nähert. Aus denselben Gründen halte ich die Wahlenbergsche Mittlere für minder genau als die der Ravensberger Quelle. Das Quellwasser des Luisenbrunnens, wenn es aus seinen unterirrdischen Röhrenleitungen ausflieſst, muſs in einer senkrecht stehenden Röhre von einigen Fuſs ansteigen; dieser Theil, so wie die Muschel, über welche sie sich ergieſst, ist ein sehr massiver dunkeler Sandstein, der mitten in einem Wasserbehälter von ziemlich groſser Oberfläche steht; das Ganze ist überbaut; die Sonne trifft nimmer diesen Raum der den ganzen Sommer hindurch wegen der starken Verdampfung ausnehmend kühl ist. Bedenkt man nun, daſs das sehr sparsam ausflieſsende Quellwasser immer mehr oder weniger in der steinernen Röhre stagnirt, so wird man begreifen, daſs seine ursprüngliche Erdtemperatur vor seinem Ausfluſs nothwendig etwas modifizirt seyn müsse, und daſs der Sinn, nach welchem diese kleinen konstanten Modifikazionen gehen, im Mittel genommen, verkältend seyn müsse. Ein grelles Beispiel dieser Wirkung, welches jedoch nur mit vielen Modifikazionen auf den gewöhnlichen Verlauf, wie ihn

Wahlenberg beobachtete, anzuwenden ist, sah ich im Oktober 1817. Die Quelle des Luisenbrunnens war schon damals längst in den Verfall gerathen, wo sie sich bis in diesem Jahre noch befunden hat. Die Leitungsröhre war in ihren untern Theilen beschädigt; das Wasser ergofs sich nicht über die Muschel, sondern etwas tiefer, und die Wassersäule stagnirte meistens in der an sich doch nur ganz kurzen steinernen Röhre. Die Temperatur dieses sich wenig erneuernden Wassers war nur 7,15 trotz dem dafs das wärmere Wasser doch nach oben sich ziehen mufste, wo ich das Thermometer eintauchte. Um über diese unerhört niedrige Temperatur Aufschlufs zu bekommen, bewog ich den Brunnenmeister, einige Arbeiter anzustellen. Wir liefsen die Wassermasse aus dem steinernen Behälter ganz abfliefsen, und nun konnte ich das Thermometer eintauchen in einige Wasseradern, welche unmittelbar aus der Erde zwischen den Fugen der Quadersteine durchsickerten. Diese zeigten 7,75; so grofs war also der Einfluss einer etwas verzögerten Stagnation des Wassers in der steinernen Röhre. Die Temperatur von 7,75 der Wasseradern, gleich der für diesen Monat von Wahlenberg bestimmten Temperatur, scheint mir jedoch nicht die wahre des Innern des Bodens gewesen zu seyn; denn diese Wasseradern quollen nicht unmittelbar aus der Leitungsröhre, sondern zogen sich zusammen aus der Masse des Bodens, in den sie sich ergossen hatten, und bei ihrem sparsamen Zufluss mufste auch die Berührung der an der kalten äufsern Luft stehenden, und stark verdampfenden und Wärme ausstralenden Steinquadern ihre Temperatur etwas herabstimmen.

Die Temperatur unseres Bodens wäre, wie sie auch Humboldt annimmt, nach Wahlenbergs Beobachtungen am Luisenbrunnen 7,68, und nach den meinigen an derselben Quelle 7,59. Jedoch kommt zu den obigen Bemerkungen über diese Quelle noch der Umstand hinzu, dafs weder Wahlenberg noch ich nicht einmal ein ganzes Jahr Beobachtungen für diese besitzen, geschweige denn mehrere Reihen von Jahren, wie sie für die Potsdamsche Quellen da sind. Der berühmte Schwede konnte bei einem nur kurzen Aufenthalt nicht mehr leisten; und seit der Zeit, wo ich anfing mich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, ist diese Quelle in einen so hinfälligen Zustand gerathen, dafs sie durchaus untauglich ist zu diesen Beobachtungen. Es steht zu erwarten, dafs der jetzige Eigenthümer, Herr Professor Grafshoff, sich dieser guten Sache annehmen wird, und ich werde nicht ermangeln, die durch Anschliefsen an Wahlenbergs meisterhaf-

ten Werke klassisch gewordene Quelle mit gehörigem Fleifs zu beobachten. Die fast absolut konstante, und so viel ich bis jetzt weifs, durchaus gar keiner Einwendung unterworfene Ravensberger Quelle giebt dagegen 8,05; und sehr nahe an diese Mittlere schliefsen sich die zwei anderen, wovon die eine auch sehr konstant (Mittlere 8,07) die andere sehr variabel (Mittlere 8,10). Die wahre Temperatur unsers Bodens ist daher 8,05, oder 8,066, wenn man die Mittlere aller dreien vorzieht. Die Quelle auf dem Brocken (Höhe 3576 Fufs) fand ich im August 7,77. Es ist daher wahrscheinlich, dafs 7,70, Stand des Luisenbrunnens in demselben Monat, etwas zu niedrig ist für die Ebene Berlins. Nach meiner Annahme hingegen stimmen folgende Beobachtungen, die ich in demselben Monat machte, besser überein.

Brocken 7,77. Alexisbad 7,88.

Eine Wassertraufe, die ich in einer Höhlung am Abhange des Wernigeroder Schlofsberges fand 8,0; Potsdam 8,1.

Während die Erdtemperatur für unsere Gegend auf diese Weise höher geschätzt wird, sinkt von der anderen Seite die abgeschätzte Mittlere der Atmosphäre. Beguelin gab sie an als Resultat seiner achtzehnjährigen Beobachtungen 7,787. Humboldt nach genaueren Behandlung der Elemente bleibt unentschieden zwischen 6,8, und 6,4. Herr Tralles durch Anwendung der präzisesten Formeln, und durch Konkurrenz der Mitternachtsstunde, entscheidet sich für 6,4. Der Gegensatz des Bodens zur Atmosphäre wäre daher 2,2. ungemein grofs für unsere Breite. Fortgesetzte und vervielfältigte Beobachtungen müssen mehr Licht verbreiten über das sehr wichtige Gesetz dieser in verschiedenen Breiten verschiedenen Abweichungen beider Mittleren.

Wir trafen so eben auf einen nicht unbedeutenden Temperaturunterschied zweier Quellen, die doch zur selben Breite und zur selben Höhe gehören. Wir erklärten uns diesen Unterschied auf eine im vorliegenden Fall sehr plausibele Weise, durch äufsere und aufserwesentliche Umstände beider beobachteten Quellen, gleichsam ausgehend von dem Grundsatz, dafs wo dergleichen Zufälligkeiten nicht Statt finden, die Temperatur aller Quellen desselben Gebiets durchaus identisch seyn müsse. Die Methode von der Beobachtung einer Quelle auf die mittlere Erdwärme ihres ganzen Gebiets zu schliefsen, setzt gewissermafsen dieses Postulat voraus. Ich glaube jedoch, dafs wenn man diesen Gegenstand kritisch beleuchtet, man fin-

den wird, dafs Quellen eines und desselben Gebiets, selbst da, wo keine aufserwesentliche Heterogeneität, ähnlich den eben erwähnten obwaltet, doch bedeutend verschiedene Temperaturen zeigen können, sowohl in den einzelnen Monaten, als auch in den jährlichen Mittleren. Es ist sehr denkbar, dafs die mehr oder weniger Wärme ausstralende Natur der Oberfläche, die gröfsere oder geringere Ausdünstung, der Unterschied, ob der Boden sandig, thonig oder felsig, bewachsen oder kahl ist, nothwendig die Temperatur des täglichen atmosphärischen Niederschlags etwas modifiziren müsse, und dafs der so modifizirte Niederschlag dieser zwar kleinen aber konstanten Temperaturunterschiede mit sich in die Tiefe nehmend, auch am Ende bei seiner Wiedererscheinung als Quelle, kleine entsprechende Unterschiede der Temperatur in den jährlichen Mittleren zeigen müsse.

Früher war ich geneigt, mir die Abweichung des Luisenbrunnens von der Potsdammer Normalquelle auf diese Weise zu erklären; seitdem ich aber denselben Unterschied zwischen der Templiner Quelle und der an der Havel wild ausfliefsenden gefunden habe, in dem identischen Boden und in einer Entfernung von nur 900 Fufs, mufste ich auf diese Erklärungsweise verzichten, und glaube die wahre angegeben zu haben. Nichts desto weniger bin ich überzeugt, dafs die Natur des Bodens auf die Temperatur der Quellen einen Einfluss habe. Ich fand in der That in drei verschiedenen Beobachtungen, die an demselben Tage, mit denselben nicht ungenauen Instrumenten von mir angestellt wurden, die Quellen in Neustadt stets kälter als die in Freienwalde, und zwar um 0,99 bis 1,10 Grad; nämlich:

| | 1. Juli 1816. | 5. April 1818. | 10. Oktober 1818. |
|---|---|---|---|
| Freienwalde | 8,34. | 8,26. | 8,44. |
| Neustadt | 7,24. | 7,10. | 7,45. |
| | 1,10. | 1,16. | 0,99. |

Diese drei Beobachtungen sind bei weitem nicht hinlänglich, um über diese Sache abzusprechen; zufällig kann indessen dieser Unterschied durchaus nicht seyn; die Quellen wurden an beiden Orten unmittelbar bei ihrem Vordringen aus der Erde geprüft, und nachdem ich alle mir bekannte Umstände erwogen, bleibt fast nichts übrig als zuzugeben, dafs die Alaun- und Braunkohlen-Schichten dem Freienwalder Boden an der Oberfläche und in der Tiefe, bis zu welcher die Tagewasser wechseln, eine etwas andere thermische Konstitution geben, als sie für die reinen Sandhü-

gel der N.. städter Quellen. Es wäre wohl wichtig, die Temperaturkurve der Quellen beider Gebiete für einige Jahre genau zu besitzen, und eben so interessant wären agronomische und botanische Beobachtungen, fein genug um einem so geringen Temperaturunterschied, wenn er sich bestätigt, zu entsprechen.

Abgesehen von der physischen Konstitution des Bodens, welche durch Wärmestrahlung und Ausdünstung die im Laufe des Jahres empfangenen atmosphärischen Niederschläge etwas in ihrer Temperatur modifizieren könnte, ist offenbar noch ein chemisches Korrektionselement wenigstens denkbar. Das reine Wasser der Meteore trifft fast in jedem Boden lösbare Substanzen, auf die es reagirt, und die es sich aneignet. Nun ist die Aenderung des Aggregatzustandes und der chemische Prozefs stets mit Aenderung der Wärmekapazität verknüpft, und es mufs daher sowohl die innere Schicht, welche die Stoffe hergiebt, als das Wasser, welches sie aufnimmt und zu Tage fördert, eine kontinuirliche und konstante Erhöhung oder Erniedrigung derjenigen Temperatur erleiden, die sie haben würden ohne den chemischen Prozefs. Offenbar und anerkannt ist dieser Chemismus bei den sogenannten warmen Quellen, die bedeutend wärmer sind als der Boden, wo sie zum Vorschein kommen; es ist aber denkbar, dafs eine geringere Intensität des Wärme erregenden Prozesses Quellen hervorbringe, die nur um einige Grade höher stehen werden, als die Mittlere ihres Bodens. Umgekehrt ist an sich denkbar, dafs Wasser, wenn es feste bereits gebildete Salze auflöst, einen Theil seiner ursprünglichen Wärme als Liquefaktionswärme einbüfsen, und so unter die Mittlere ihm zukommende fallen werde; und so wären wirklich positiv kalte Quellen an sich denkbar. Zwar ist in der Regel der Antheil der aufgelösten festen Bestandtheile viel zu gering, um sehr bedeutende Erniedrigungen der Temperatur erwarten zu lassen; da man aber in dieser Sache die Genauigkeit bis auf Zehntel Grade zu erreichen hofft und hoffen darf, so mufs man auch in die faktische Erwägung dieser Möglichkeit eingehen. Die sogenannten Heilquellen, bei welchen das Resultat der chemischen Analyse gewöhnlich nicht ohne die Temperaturbestimmung der Quelle mitgetheilt wird, boten sich dar als ein Entscheidung versprechendes Mittel. Ich trug daher von Angaben dieser Art aus Hoffmanns Kompilationen, und aus Originalwerken mehrere zusammen, jedoch mit Beschränkung auf deutsche Mineralwässer und auf Temperaturen unter 12,5 Reaumur. Da findet sich

dem Anschein nach eine Fülle von Temperaturangaben, die, vorausgesetzt dafs sie überhaupt einen Sinn haben, nur die Mittlere jährliche der Quelle bedeuten können, und so die Existenz von sehr positiv kalten Quellen darthun würden.

Z. B. Oberbrambach 5,77 Lampadius.
Schönberg 5,68 Lampadius.
Altwasser (Oberbrunnen) 4,8 Mogalla und Günther.
Meifsner (Buschbad) 4,0 Ficinus.
Uhlmühl 4,43 Westrumb u. s. w.

Offenbar sind aber alle diese Bestimmungen der Chemiker für unsern Zweck ganz ohne Werth, weil sie nur eine einzelne Beobachtung aussagen, und die erwähnten trafen zufällig auf die Extreme der Kälte. Aber selbst als solche würden sie schon von der höchsten Wichtigkeit seyn, und die Existenz von chemisch erkälteten Quellen beweisen, wenn sie gehörig angestellt wären, das heifst durch Prüfung des Quellwassers bei seinem unmittelbaren Hervortreten aus dem Erdreich. So aber ist alles zu verwetten, dafs man sich an das Wasser hielt, welches die Pumpen aus den Senkbrunnen gehoben. Fand ich doch selbst in Freienwalde den 5. April 1818, an demselben Morgen, wo alle frei auslaufende Quellen 8,26 mit völliger Uebereinstimmung haben, das Wasser der aus Pumpen ausfliefsenden drei Badequellen des Heimannschen Bades, 4,57, 5,33 und 4,44; es hatte die Nacht gefroren. Bei so bewandten Umständen wird sich keiner wundern, dafs zwischen der chemischen Konstitution der Quellen, und der auf diese Weise bestimmten Temperatur keine Uebereinstimmung zu suchen war, und nichts aus diesen Angaben zu folgern, als etwa die individuelle Ueberzeugung der Verfasser, dafs es Quellen geben könne, die unter das Mittel ihres Bodens durch chemische Einwirkung gebracht werden. Eben so unbrauchbar sind diese Angaben, um den umgekehrten Fall zu beweisen, dafs es nämlich Mineralquellen giebt, die ohne zu den sogenannten Warmen zugehören, doch durch Chemismus über die Mittlere ihrer Gegend gebracht werden. Brauchbar sind hingegen die von Herrn Professor Körte gegebenen Notizen in seiner Beschreibung der Schwefelwasserstoffgas-Quelle zu Wipfeld. Berlin 1816. Die Temperatur der Quelle ist in allen vier Jahreszeiten beobachtet und beiläufig konstant auf 11 Grad befunden worden, mit der Bemerkung, dafs dieses unmöglich die

die Temperatur des Bodens für den Ort seyn könne; und auf den Grund dieser Anomalie nimmt er Wahlenbergs Bestimmungen für die Erdtemperatur von Umeo und Uleo in Anspruch, in der Voraussetzung, dafs die zwei zu dieser Bestimmung angewendeten Quellen als Mineralquellen dieselbe Anomalie zeigen könnten als Wipfeld; jedoch ist ein solcher Mifsgriff von dem so wissenschaftlich genauen Wahlenberg nicht zu befürchten.

Da der Zeitpunkt wohl noch entfernt seyn mag, wo sich bei einer grofsen Mehrheit der Brunnenärzte genug Theilnahme an das Interesse der anorganischen Physik regen wird, um über die Mineralquellen anhaltende Temperaturbeobachtungen mit der gehörigen Umsicht anzustellen, so liefse sich bis dahin viel Aufschlufs erwarten von den Verhandlungen der Salinisten, deren wissenschaftliche Bildung auf das anorganische gerichtet ist. Die Temperatur der Soolen, die sie bearbeiten, ist sogar für sie ein Gegenstand von unmittelbarem Interesse, bei der Bestimmung der Löthigkeit vor oder nach dem Gradiren. Das Resultat einiger bei der Behörde vorhandenen Notizen, welches mir durch die Gefälligkeit eines Mitglieds mitgetheilt wurde, jedoch ohne die Einzelnheiten, die nöthig wären, um den Werth der angegebenen Temperaturen beurtheilen zu können, führt allerdings auf einen sehr bedeutenden Einfluſs des Chemismus auf die Temperatur der Salzquellen. Die Art dieses Einflusses ist aber das Entgegengesetzte von dem, was man erwarten sollte nach der Ansicht, dafs die Soole ihren Salzgehalt, der Lösung eines bereits in den Erdlagern gebildeten Salzstocks verdankt. Denn in diesem Falle müfste der gröfseren Reichhaltigkeit der Soole eine um so beträchtlichere Temperatur-Erniedrigung entsprechen; nun soll es aber gerade umgekehrt sich verhalten, und zwar so konstant, dafs bei den Salinisten die Maxime gelte, je wärmer die Quelle, je höher der Salzgehalt. Wenn dieses merkwürdige Faktum sich wirklich bewähren sollte, und zwar am Ursprunge der Quelle selbst, und unabhängig von thermometrischen Einflüssen auf die gefafsten, geleiteten und gehobenen Soolen, wobei sich das wärmere Wasser stets nach oben ziehen mufs, so wüchse hierdurch eine nicht unbedeutende Beweiskraft der Ansicht zu, welche den Salzgehalt nicht als ein blofs elexiviirtes Edukt betrachtet, sondern als das unmittelbare chemische Produkt einer Verbindung und Kondensation der einfachen Stoffe, welche zur Erzeugung des salzsauren Natrum die Faktoren abgeben. Zwar könnten diejenigen, welche eine

bloſse Auflösung des festen Salzstocks annehmen, die vermeintliche Regel der Salinisten dadurch erklären, daſs dem wärmeren Wasser eine gröſsere Lösungskraft zukommt, als dem kälteren. Aber abgesehen davon, daſs vom salzsauren Natrum sich gleichviel im kalten wie im warmen Wasser auflöst, (welches jedoch vielleicht nur für die absolute Mengen wahr ist, nicht aber für die Schnelligkeit der Auflösung, worauf es doch bei diesem Durchsiekerungsprozeſs ankäme) so bliebe doch immer die Frage übrig: was erhöht die Quellwasser der Salzsoolen über die Mittlere ihres Standortes, ehe sie den Salzstock erreichen. Herr Berghauptmann Gerhardt hatte die Güte, den Mängeln dieser früheren fragmentarischen Mittheilungen dadurch möglichst abzuhelfen, daſs er die Salinisten der verschiedenen Werke des Preuſsischen Staats aufforderte, genaue Temperaturbestimmungen der Salzquellen, die ihnen anvertraut sind, einzureichen. Beiliegende tabellarische Nachweisungen für die Soolquellen des Niedersächsich-Thüringischen und des Rheinschen Haupt-Berg-Districts entstanden auf diese Weise. Wünschenswerth wäre eine nähere Auskunft über die Art, wie man zu diesen Temperaturbestimmungen gekommen, ob und aus wie vielen Beobachtungen sie die Mittleren sind, und ganz vorzüglich, ob und welche von ihnen unmittelbar beim ersten Hervordringen des Wassers aus der Erde oder aus dem Gestein entnommen wurden. Das letztere scheint wohl bei den wenigsten oder vielleicht bei keiner dieser Salzquellen der Fall gewesen zu seyn, ausgenommen bei Werl am Werlschen Brunnen, wo ausdrücklich gesagt wird, die Beobachtung bei gänzlicher Sümpfung habe 11° gegeben, und nur 10° bei 2½ Fuſs Aufsteigen der Soole. Mit wie vielen stöhrenden und auſserwesentlichen Elementen eine groſse Mehrheit dieser Resultate behaftet seyn möge, ersieht man aus der Reihe zwischen 4 (Tabelle über die Rheinischen Salzquellen) welcher aber durch ein Versehen des Abschreibers keine Nummer und kein Name vorgeschrieben ist. Hier finden wir für eine und dieselbe Quelle Variationen von 5° zu 10°, ja von 8° zu 15°, die offenbar von ausserwesentlichen thermometrischen Einflüssen herrühren, und die wahre Temperatur der Quelle nichts angehen, und so mag es bei vielen andern der Fall auch seyn. Im Allgemeinen scheint doch aus diesen Angaben zu folgen, daſs die Temperatur der Salzquellen wirklich höher ist, als die Mittlere ihres Standortes, denn meist alle, ausgenommen No. 4. des Rheindistricts, stehen über dieselbe, und mitunter sehr bedeutend. Am aller merkwürdigsten ist Münster am Stein,

(Rheinscher District No, 4.) wo ganz ausdrücklich gesagt wird: die Temperatur sey 21° im Herbst und Winter besonders bei langem Regen unverändert; bei Sommerwärme falle aber die Temperatur auf 18°. Während des regnichten Jahres 1816 sey sie unverändert 21° gewesen. Die Tiefe, aus welcher diese Soole kommt, ist bedeutend genug, 20 Fufs Schachtstiefe und dann ein Bohrloch von 180 Fufs im Porphyr: wie und wo die Temperatur von 21° beobachtet wurde, ist nicht gesagt; es wäre auf jeden Fall richtig, mittelst eines Registerthermometers den tiefsten Punkt des Bohrlochs anhaltend zu beobachten; aber eine oder einige Salzsoolen, die wärmer befunden werden als die Mittlere ihres Standorts, beweist noch nicht den allgemeinen Satz, dafs der chemische Prozefs, der die Quellen zu Salzquellen macht, ihre Temperatur erhöht; denn wie leicht kann es nicht zutreffen, dafs eine Quelle, die durch anderweitige Bedingungen als eine gewöhnliche warme Mineralquelle ausgeflossen wäre, auf den Salzstock, oder auf dasjenige, was diese Benennung repräsentirt, stofsend, seine ehemalige Konstitution ändert, ohne jedoch die früher dagewesene Erhöhung der Temperatur diesem Zusammentreffen zu verdanken? Vielleicht ist dieses der Fall bei der Quelle zu Münster am Stein.

Als Bestätigung des Satzes, dafs die Reichhaltigkeit der Soole im Verhältnifs ist mit der Höhe ihrer Temperatur, hat man folgende Thatsache angeführt: dafs nämlich die Soole zu Kolberg kürzlich um ein halbes pro Cent Löthigkeit abgenommen, und dabei einige Zehntheile an Temperatur verloren. Etwas ähnliches finden wir bei der Quelle Münster am Stein Hauptbrunnen. Die Löthigkeit ist im Mittel 1 bis $1\frac{1}{4}$, bei anhaltend trockener Witterung ist sie bisweilen auf $\frac{1}{4}$ pro Cent gesunken; und die Temperatur fällt während der Sommerwärme von 21° auf 18°. Doch dafs dieses Zusammentreffen durch Lokalitäten bedingt seyn könne, und nach anderen Analogien eben so gut zu erklären sey, beweist das Beispiel der Saline Nauheim (Rheindistrict No. 6.). Es wird von ihr bemerkt, dafs sie bei anhaltend nasser Witterung $\frac{1}{4}$ pro Cent an Löthigkeit verliere, und dabei sich in den Sommermonaten um 2° Grad wärmer zeige als im Winter.

Obige Bemerkungen genügen, um zu zeigen, dafs wir zur Zeit noch weit entfernt sind, den Werth eines Korrektionselements für die chemische Konstitution der Quellen angeben zu können, wenn gleich sie die Noth-

wendigkeit einer solchen Korrektion beweisen; denn offenbar würde man aus den vorliegenden Temperaturen dieser Salzquellen eine sehr irrige Vorstellung von der Mittleren ihrer Standörter erhalten, und so mangelhaft diese Bestimmungen seyn mögen, so ist doch nicht denkbar, dafs sie allesamt zufällig die Quellen in ihren höchsten Extremen der Wärme dargestellt haben sollten. Es ist zu wünschen, dafs mehrere Salinisten sich dieser Sache annähmen, und namentlich Herr Bischoff in Dürrenberg, der durch seine treffliche Untersuchung der Eigenschwere der Soolen im ganzen Umfange des Problems sich als vorzüglichen Physiker bewährt hat.

# Tabellarische Nachweisung

über

Temperatur mehrerer Soolquellen des Rheinschen Haupt-Berg-Districts.

| N. | Salinen. | | Bezeichnung der Quellen. | Taufe derselben. Fufs. | Procent Gehalt. | Temperatur nach Reaumur. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Werl. | 1. | Werlsche Brunnen. | 29. bis aufs feste Gestein. | $7\frac{15}{16}$. bei voller Soolen-Menge, nimmt jedoch wenn im Sommer die Soole in quanto mangelt bis $6\frac{1}{4}$ ab. | 11° bei gänzlicher Sumpfung. 10° bei $2\frac{1}{2}'$ Aufsteigen der Soole. |
| | | 2. | Neuwerks Brunnen. | 18′ tief verzimmert. | $8\frac{1}{2}$ bei voller Soolen-Menge bei Abnahme derselben, $6\frac{7}{16}$ | 15° bei $3\frac{1}{2}'$ Aufgehen der Soole im Brunnen, der mit den jetzigen Vorrichtungen nicht zu Sumpfe gewältigt werden kann. |
| | | 3 | Höppe Brunnen. | 32′ tief verzimmert. | $8\frac{3}{8}$ bei voller Soolenmenge, bis $7\frac{3}{4}$ wenn die Zuflüsse abnehmen. | 10° bei $26\frac{2}{5}'$ Aufgehen. $9\frac{3}{4}$° bei $28\frac{1}{3}'$ Aufsteigen der Soole im Brunnen. |
| 2. | Westrinkotten. | 1. | Cappels Brunnen. | 28′ tief verzimmert, dann $27\frac{1}{2}'$ tief im festen Gebirge eingehauen, also zusammen $55\frac{1}{2}$ tief bis auf die Quelle. | 8. ohne einen Wechsel im Gehalt. | 10° am Ausfluss der Quelle welche aber gewöhnlich im Brunnen aufsteigt und dann die Temperatur der äufsern Luft annimmt. |
| | | 2. u. 3. | die beiden andern Brunnen sind nicht beobachtet worden, sind aber mit dem Cappelschen Brunnen ganz gleich, nur wenige Lachter von demselben entfernt. | | | |

| N. | Salinen. | | Bezeichnung der Quellen. | Taufe derselben. Fufs. | Procent Gehalt. | Temperatur nach Reaumur. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. | Münster am Stein. | 1. | Haupt-Brunnen. | 20. Schachts-Taufe, dann ein Bohrloch von 180′ in Porphyr. | 1 bis $1\frac{1}{4}$. bei anhaltend trockner Witterung ist sie bisweilen auf $\frac{1}{2}$ pro Cent gesunken. | 21° im Herbst und Winter, besonders bei langem Regen unverändert, bei Sommerwärme fällt sie aber auf 18°. Während des regnerischen Jahres 1816, hat sie sich von 21° nicht verändert. |
| | | 2. | Neben-Brunnen. | 21′. Brunnen ohne Bohrloch. | $\frac{3}{4}$ bis 1. | 13° beim Ausflusse unveränderlich. |
| | | 3. | Neue Brunnen. | 22′ desgleichen. | $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$. | 10° beim Ausfluss und dort ebenfalls von der atmosphärischen Temperatur unabhängig. |
| 4. | | 1. | Haupt-Brunnen. | 25′ Fassung des Brunnens von wo 2 Bohrlöcher, eines von 150′ das andere von 160′ Tiefe gestofsen sind. | 1 bis $1\frac{1}{4}$. | 15 bis 19°. |
| | | 2. | Brunnen No. 1. | 20′ Tiefe des Brunnens, dann ein Bohrloch von 110′. | 1 — $1\frac{1}{4}$. | 5 — 11°. |
| | | 3. | Brunnen No. 2. | desgleichen. | $1\frac{1}{4}$. | 12 — 17°. |

| N. | Salinen. | Bezeichnung der Quellen. | Taufe derselben. Fufs. | Procent Gehalt. | Temperatur nach Reaumur. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4. | Brunnen No. 3. | 20′ tief in Zimmerung, dann ein 60′ tiefes Bohrloch | $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$. | 8 — 12°. |
| | 5. | dito No. 4. | 20′ tief im Brunnen mit ein Bohrloch von 190′. | $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$. | 9 — 12°. |
| | 6. | dito No. 5. | 14′ tief ohne Bohrloch. | $1\frac{1}{2}$. | 11 — 15°. |
| | 7. | dito No. 6. | desgleichen. | $1\frac{1}{4}$. | 8 — 15°. |
| | 8. | dito No. 7. | 20′ Tiefe des gefafsten Brunnens, aufserdem ein Bohrloch von 60′ Tiefe. | $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$. | 7 — 12°. |
| | 9. | dito No. 8. | 23′. Tiefe des gezimmerten Brunnens ohne Bohrloch. | $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$. | 11 — 17°. |
| | 10 | Carlshaller Brunnen. | 25′. Tiefe der Fassung. 72′. Tiefe des Schachtes. | $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$. | 9 — 15°. |
| | Rilchingen, im Saarbrückschen, dicht an der Saar ohnfern Saargemünd. | Ein Brunnen. | 24′ tief ausgemauert. | $1\frac{1}{4}$. | 9°. bei 12′. hohen Aufsteigen der Soole im Brunnen. |

| N. | Salinen. | Bezeichnung der Quellen. | Taufe derselben. Fufs. | Procent Gehalt. | Temperatur nach Reaumur. |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. | Nauheim, | Es sind daselbst 10 Brunnen, wovon jedoch nur 4 bis 5 zur Förderung benutzt werden. | fast sämmtliche Brunnen sind 48′ tief mit Abweichung von wenigen Fufsen bei einigen derselben. | zwischen $2\frac{1}{2}$ und 3 pr. Ct. Die nicht gebrauchten Quellen haben einen geringern Gehalt. Bei anhaltender nasser Witterung vermindern sie sich um $\frac{1}{4}$ pr. Ct. | Zwischen 15 und 20° R. Nicht allein die Quellen selbst haben unter sich eine Verschiedenheit der Temperatur von einigen Graden, sondern sie sind auch jede für sich in den Sommermonaten um etwa 2° wärmer als im Winter. |

# Uebersicht

der Beobachtungen über die Temperatur der Soole auf den Salinen im Niedersächsisch- und Thüringschen Haupt-Berg-District.

| No. | Benennung der Salinen. | Taufe bei welchen die Beobachtungen angestellt worden. Fufs. | Gehalt der Soole pro Cent. | beobachtete Temperatur der Soole nach Reaumur. |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Schoenebeck. | 151. | 11, 56. | $12\frac{1}{4}^{\circ}$ + o. |
| 2. | Stasfurth | 68. | 17, 64. | 8 u. 9° + o. |
| 3. | Halle. | | | |
| | a. deutsche Brunnen. | 71, 68. | 19,65 bis 19,87 | $11\frac{7}{8}$ bis 12° R. + o. |
| | b. Gutjahr Brunnen. | 74, 78. } 68, 78. } | 15,34 bis 16,8. | $10\frac{3}{4}$ u. 12° R. + o. |
| | c. Häckeborn. | 20. | 12,56 bis 15,34. | $9\frac{3}{5}$ u. 10° R. + o. |
| 4. | Dürrenberg. | $17\frac{1}{2}$ unter den Hängebank. | 7, 819. | $13\frac{2}{5}$ bis 14° R. + o. |
| 5. | Koesen. | | | |
| | a. der obere oder neue Schacht. | 409. | 5, 263 | 16° R. + o. |
| | | 410, 4. | 5, 263. | $15\frac{1}{2}$. |
| | | 410, 4. | 5, 263. | $14\frac{1}{2}$. |
| | b. der untere oder alte Schacht. | 391, 4. | 4, 761. | $14\frac{1}{2}^{\circ}$ R. + o. |
| | | 389, 9. | 4, 545. | 14. ° R. |
| 6. | Artern. | 6. unter dem Spiegel des alten verfallenen Soolschachtes. Die Soole fliefst zu Tage aus. | 5, 33 u. 3, 22. | $10\frac{3}{4}$ bis 13° R. + o. |

Ueber

# die Frage: ob polarisirte Strahlen eine Glasfläche durch Absorption mehr erwärmen als nicht polarisirte.

Von Herrn Erman *).

Es fehlt uns ein Mittel, die Temperatur genau zu messen, welche eine Fläche erhält, sey es durch das Verhältnifs ihrer Ausstrahlung zum Eingestrahlten, wie in Prevost und Well's meisterhaften Beobachtungen über das Bethauen; sey es durch das von bestimmten Neigungswinkeln abhängige reziproke Verhältnifs der Reflexion zur Absorption bei der Polarisation der Strahlen. Die Kugel eines gewöhnlichen Thermometers berührt die Ebene nur in einem Punkt, und wollte man es als Prüfungsmittel in den obigen Fällen anwenden, so würde immer nur ein unendlich geringer Antheil seiner Angabe dem Temperaturzustande der Fläche entsprechen, und alles übrige nur dem Zustande des umgebenden Mittels angehören. Der Versuch, ein Lufthermometer zur Prüfung einer Fläche dadurch mehr anzueignen, dafs man seinen Behälter mit ebenen möglichst ausgedehnten Flächen begrenzt, um ihn mit andern Ebenen kongruiren zu lassen, liegt so nahe, dafs er unstreitig oft da gewesen seyn mufs, und dafs in jedem Fall die Erfindung wenig Verdienst haben kann. Dafs aber die Anwendung dieses einfach scheinenden Prüfungsmittels eigenthümliche Schwierigkeiten dar-

*) Vorgelesen am 11. November 1819.

bietet, war mir unerwartet. Eine Reihe von Beobachtungen in Prevost's und Well's Sinn, an den mit gut ausstrahlenden und schlecht ausstrahlenden Flächen belegten Scheiben eines Zimmers, und an bethauenden Gegenständen, übergehe ich daher vor der Hand, weil ich meistentheils die erwähnten Schwierigkeiten hier noch nicht zu überwinden verstand. Relativ befriedigender, wenn gleich nicht absolut genügend, war die Anwendung des Planothermometers auf die ungemein wichtige Frage, ob Licht und Wärme in den Fällen, wo sie nach der Polarisation von der zweiten Fläche gar nicht oder mit ganz unverhältnifsmäfsiger Intensität reflektirt werden, in die Fläche wirklich in gröfserer Menge eindringen, und zwar als bedingend eine gröfsere Erhöhung der Temperatur.

Gegen das Vorhaben einer solchen Untersuchung liefse sich überhaupt einwenden, sie sey unnütz; denn da aus Berard's Versuchen ergeht, dafs nach der Polarisation die Wärmethätigkeit des reflectirten Lichtes wirklich in demselben Verhältnisse abnimmt, wie die leuchtende, so folge von selbst, dafs der Antheil der Wärme, den die Fläche nicht nach aussen zurückwirft, sich wirklich an und in derselben vorfinden müsse. Aus diesem Grunde liefs man die Sache auf sich beruhen. Aber selbst die plausibelste Analogie ist verfänglich; und gesetzt es fände sich, dafs die Fläche, welche die polarisirten Strahlen so unvollkommen reflectirt, sich doch nicht mehr erwärmt als eine durch unpolarisirte Strahlen erregte, so müfste man vielleicht wohl der Vorstellung Eingang gestatten, dafs die Polarisation eine Modifikation ist, die sich nicht blofs auf die relative Menge des Absorbirten zum Reflectirten bezieht, sondern unmittelbar die leuchtende so wie die erwärmende Thätigkeit herabstimmt, gleichsam als wenn die etwanigen Substrate oder Kräfte im Zustande der Polarisation wirklich und an sich minder fähig wären zu leuchten und zu erwärmen; oder um ein fafsliches Bild zu wählen, als wenn die Wärme eben solche unsprüngliche und wesentliche Heterogeneïtäten in sich hielte wie das Licht. Herr Prevost hat bereits diese Ansicht von Wärmetheilchen verschiedener Ordnungen wahrscheinlich gemacht, so dafs ein Wärmespectrum denkbar ist.

Der Apparat, den ich zu diesen Versuchen anwendete, besteht aus zwei unbelegten Glasspiegeln in dem zur Polarisation des Lichtes und der Wärme erforderlichen Winkel gestellt. Der eine dieser Spiegel ist beweglich, so dafs die zwei Ebenen der Spiegel parallel, und auch in beliebigen Winkeln sich schneidend gerichtet werden können. Die Spiegelflächen sind

beiläufig jede von 30 □Zoll. Ueber den beweglichen Glasspiegel ist ein metallener Hohlspiegel so angebracht, dafs in allen Stellungen die Licht- oder Wärmestrahlen, die der Glasspiegel reflektirt, gegen den Metallspiegel gehen, und auf die Kugel eines Luftthermometers, der sich im Brennpunkt des Hohlspiegels befindet, reflektirt werden. Bis hierher ist der Apparat ganz identisch mit dem von Berard angewendeten; und die erhaltenen Resultate waren übereinstimmend mit den seinigen, dafs nämlich die Kugel des Fokalthermometers sehr viel mehr reflektirte Wärme empfing, wenn die beiden Glasspiegel parallel waren, als wenn sie in der antiparallelen Stellung die Strahlen polarisirt hatten; das Maximum des Unterschieds war bei dem Winkel von 90°, den die Ebenen beider Spiegelflächen unter sich machten. Um nun zu prüfen, ob in diesem letzten Falle, wo verhältnifsmäfsig so wenig Licht und Wärme reflektirt wird, an der Glasfläche, welche die Strahlen polarisirt und minder reflexibel empfängt, wirklich eine gröfsere Erwärmung dieser scheinbar stärkern Lichtabsorption entspricht, wurde der Rückseite dieser Glastafel ein sehr sensibeles Planothermometer beigegeben, um die Erwärmung des Glases in den beiden Stellungen vergleichen zu können. Dieses Planothermometer bestand aus zwei ungemein dünnen Glasscheiben von 3 Zoll Durchmesser, die durch einen ebenfalls möglichst dünnen Metallring mittelst eines Kittes so zusammengefügt waren, dafs sie den vollkommen luftdichten Behälter eines Luftthermometers abgaben von 3 Zoll Durchmesser und einer Linie Höhe im Lichten. An die Peripherie dieses Behälters war eine feine Glasröhre angesetzt, und ein Tropfen gefärbten Weingeists diente als Index des sehr empfindlichen Luftthermometers. Dieses Planothermometer wurde in vollkommener Berührung mit der Rückseite der Glastafel erhalten, und begleitete sie unverrückt in allen ihren Bewegungen. Um die Täuschungen zu vermeiden, die von dem Gewicht des Tropfens herrühren konnten, wenn die offene Röhre des Thermoskops einmal senkrecht, das anderemal horizontal gestanden hätte in den zwei zu vergleichenden Stellungen des Spiegels, versah ich den untern Theil der Thermometerröhre mit zwei rechtwinklich gebogenen Stücken Glasröhre von demselben Kaliber wie die Thermometerröhre selbst. Diese Stücke wurden an die Thermometerröhre, deren Verlängerung sie waren, mittelst Prefsschrauben und Lederscheiben so angefügt, dafs welche Stellung auch der Spiegel mit dem Behälter des Thermometers annahm, doch immer die Röhre des letzteren, in welcher der Weingeisttropfen die Lesung an der

Skale gab, in derselben horizontalen Lage erhalten werden konnte. Ein kleines Bleiloth am Ende der Thermometerröhre vor einem getheilten Quadranten den Grad schneidend, gab die Sicherheit, dafs die Wirkung der Wärme auf die polarisirende oder nicht polarisirende Glasfläche unter ganz gleichen Umständen beobachtet wurde.

Auf diese Weise war es ungemein leicht, in beiden Fällen die Absorption mit der Reflexion zu vergleichen wenn die Sonnenstrahlen das leuchtende und erwärmende Agens waren, vorausgesetzt, dafs man sich gegen Reflexe und Strömungen sicher stellte, durch gehörig angebrachte Schirme und Diaphragme von metallisirter Pappe. Die Untersuchungen über die terrestrische leuchtende Wärme waren schon etwas schwieriger; eine blofse Argandsche Lampe in der gehörigen Entfernung gestellt, gab nach der Reflexion durch die erste Glasfläche zu wenig Wärme überhaupt an die zweite ab, um genügende Sicherheit zu gewähren über den Unterschied bei Polarisation und Nichtpolarisation. Es wurde daher in den meisten Fällen die Argandsche Lampe im Brennpunkt eines sehr grofsen und gut gearbeiteten Metallspiegels aufgestellt, wodurch alle Zweideutigkeit der Resultate verschwand. Viel schwieriger war aber die Prüfung der dunkelen Wärme; zwar gaben stark erhitzte Metallkugeln von 2 bis 3 Zoll Durchmesser genug Wärme, um nach der ersten Reflexion das Planothermometer an der zweiten Glasfläche zu affiziren, vorzüglich wenn man die erhitzte Metallmasse im Brennpunkt des grofsen metallenen Reflektors aufstellte. Aber die allmählige Abnahme ihrer Wärme erschwerte die Vergleichung der Angaben des Planothermometers bei polarisirter und nichtpolarisirter Wärme so sehr, dafs nach Abschätzung dieses Korrektionselements meistens nur schwankende und zweideutige Resultate erhalten wurden. Endlich fiel ich auf ein Prüfungsmittel, dessen Anwendung in vielen ähnlichen Fällen den Physikern dienlich seyn kann. Einer Argandschen Lampe, die so konstruirt ist, dafs selbst eine sehr hohe Temperatur die der Flamme nahen Theile durch Schmelzen der gelötheten Stellen nicht beschädige, gebe man statt der gläsernen eine metallene Röhre von dunkeler nicht polirter Oberfläche: man erhält auf diese Weise die Ausstrahlung einer nicht unbeträchtlichen und sehr konstanten dunkelen Wärme. Eine solche Lampe im Brennpunkt eines guten metallenen Reflektors, gewährte mir vollkommen die Vergleichung der Erwärmung der Glasfläche durch polarisirte und durch unpolarisirte dunkele Wärme. Schliefslich bemerke

ich noch, dafs ich oft die zweite, das heifst, die bewegliche Glasfläche des Apparats ganz wegliefs, und statt ihrer die Glasfläche des Planothermometers selbst unmittelbar den Strahlen des Lichtes oder der dunkelen Wärme aussetzte, wie sie von der ersten Glasfläche kamen. Da durch den Mechanismus des Apparats das Planothermometer seine ebene Fläche diesen Strahlen nach Belieben polarisirend oder nicht polarisirend darbieten konnte, so ist einzusehen, dafs diese Art zu beobachten in allen den Fällen vortheilhaft ist, wo sehr geringe Unterschiede der Temperatur in mehreren schnell aufeinander folgenden entgegengesetzten Kombinationen beobachtet werden sollen; denn die dünne Glasscheibe des Planothermometers wird viel schneller und kräftiger affizirt, wenn die Strahlen unmittelbar und ausschliefslich auf sie wirken, als wenn dieses mittelst der viel gröfseren und dickeren Spiegelscheibe geschehen mufs, die an sich mehr Wärme erfordert, um ihre Temperatur merklich zu ändern, und nachher viel längere Zeit braucht, um aus der einen Temperatur in die andern zu übergehen. Die grofse Menge der mehr oder weniger versteckten Stöhrungen, die bei diesen Versuchen statt finden können, und die Mittel, sie zu umgehen, lasse ich unerwähnt; sie sind denjenigen, die sich mit diesem neuen Zweige der Physik praktisch beschäftigen, bekannt genug.

Das Resultat dieser Prüfung, der ich hoffen darf genug Zeit und Fleifs gewidmet zu haben, ist: dafs die polarisirten Strahlen, sowohl leuchtend als dunkel, viel weniger reflexibel sind, als die unpolarisirten; dafs aber kein korrespondirender Unterschied statt findet, in Hinsicht auf das Vermögen, die empfangende Fläche zu erwärmen, so dafs diese gleiche Inkremente der Wärme bekömmt, sie mag die unpolarisirten Strahlen sehr kräftig, oder die polarisirten sehr unvollkommen reflektiren; die Inkremente der Erwärmung sind also keinesweges denen der Reflexion umgekehrt proportional; woraus zu folgen scheint, dafs für die Wärmethätigkeit eine andere Heterogeneität obwalten müsse, als die blofs quantitative der gröfsern oder geringeren Menge der absorbirten Strahlen.

Resultate der vergleichenden Messung der Wärme, welche erregt wird sowohl durch Reflexion als durch Absorption, je nachdem die Strahlen polarisirt oder unpolarisirt sind, und zwar für solare und terrestrische leuchtende, und für dunkele terrestrische Wärme.

I. Sonnenlicht.

*a.* Reflexion.

| | Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|---|
| erhöhten d. Luftthermom. um | 121 | 19 |
| | 150 | 13 |

*b.* Absorption. (d. h. Grade der Erwärmung der Glasfläche, an dessen Rückseite das Planothermometer sich befand.

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| $44\frac{1}{2}$ | 42 |
| $57\frac{1}{2}$ | 35 |
| 77 | $76\frac{1}{2}$ |
| 80 | 92 |

II. Leuchtende terrestrische Wärme (die Argandsche Lampe mit aufgesetzter Glasröhre.)

*a.* Reflexion.

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| 33 | $5\frac{1}{2}$ |
| $46\frac{1}{2}$ | 6 |

*b.* Absorption.

(Das Planothermometer an der polarisirenden Glasfläche.)

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| $25\frac{1}{4}$ | 31 |
| $23\frac{1}{2}$ | 25 |

(Das Planothermometer allein, statt der zweiten Glasfläche.)

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| $24\frac{1}{2}$ | 23 |
| 41 | 40 |
| 69 | 63 |
| $10\frac{1}{2}$ | $12\frac{1}{2}$ |

III. Dunkele terrestrische Wärme, (Argandsche Lampe mit aufgesetzter metallenen Zugröhre.)

*a.* Reflexion.

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| $10\frac{1}{2}$ | $4\frac{1}{2}$ |
| 17 | $6\frac{1}{2}$ |
| 19 | $6\frac{1}{2}$ |
| 17 | 4 |

*b.* Absorption.

| Unpolarisirte Strahlen. | Polarisirte Strahlen. |
|---|---|
| $34\frac{1}{2}$ | $29\frac{1}{2}$ |
| 95 | $97\frac{1}{2}$ |
| 81 | 82 |

Obige Beispiele sind aus einer grofsen Anzahl von Versuchen so gewählt, dafs sie das Maximum der Abweichungen fast durchgängig angeben; aber selbst so sieht man beim ersten Blick, dafs die mittleren, zu welchen man eine grofse Anzahl von Beobachtungen, die einzeln zwischen diesen Grenzen und nach diesem Sinne gehen, konkurriren läfst, das Resultat geben, dafs allerdings eine Glasfläche viel weniger Wärme reflectirt, wenn sie polarisirte Strahlen empfängt, als wenn die Strahlen nicht polarisirt sind; dafs aber demohngeachtet die polarisirten Strahlen diese Glasfläche nicht mehr erwärmen als die unpolarisirten. Dieses letztere war gewissermafsen unerwartet, indem nach der gewöhnlichen Vorstellungsart die polarisirten Strahlen nur darum minder reflexibel seyn sollen, weil sie mehr geeignet sind in das Glas einzudringen, in welchem Falle sie allerdings das Glas durch stärkere Absorption mehr erwärmen müfsten.

---

Ueber

Ueber

# die Bestimmung des mittleren Wärmegrades eines Ortes, besonders für Berlin.

Von Herrn Tralles *).

Die Wichtigkeit der Bestimmung der mittleren Temperatur eines Ortes hat mehrere veranlafst, verschiedene Combinationen einzelner an jedem Tage in gewissen Zeitintervallen angestellter Beobachtungen dafür beiläufig zu suchen, und eine der andern vorzuziehen. Wohl ohne zu glauben, dafs drei tägliche Beobachtungen dazu hinreichend seyn könnten, begnügte man meistens sich doch mit diesen, wegen der beschwerlichen Gebundenheit mehrere Beobachtungen zu bestimmten Stunden anzustellen. Im Grunde weifs man nicht, was für ein Resultat man durch sie erhält, und dem Naturforscher können die von verschiedenen Beobachtungsorten gegebenen zu keiner Vergleichung dienen, wenn ihm unbekannt bleibt, welche Verbindung einzelner Beobachtungen das Resultat vorstellt. Sind aber, wie es sehr gewöhnlich, an verschiedenen Orten die Beobachtungen in von einander verschiedenen Tagesstunden angestellt, so vermindert dies deren Brauchbarkeit zur Vergleichung noch weit mehr. Uebrigens hängt Vieles ab von der Art, wie das Thermometer zur Beobachtung aufgestellt ist, und dem Wohnorte in einer Stadt, was doch meistens unbekannt bleibt. Viele Jahre hindurch sind in Berlin meteorologische Beobachtungen angestellt worden, bei welchen mit dem Thermometer von Beguelin während 18 Jahren

*) Vorgelesen am 3. Dezember 1818.

des Morgens um 7, Nachmittags um 2½ und des Abends um 10 Uhr beobachtet worden. Von der Tauglichkeit der Morgen- und Abendbeobachtung nicht zu reden, sind dieselben auch verloren, da der Beobachter sie zusammen geworfen, und nur ein Mittel beider in seinen Resultaten aufstellte, um aus diesem Mittel als das der kältesten beobachteten Grade und der gröfsten Tageswärme ein neues arithmetisches Mittel als die mittlere Temperatur überhaupt betrachten zu können. Achard behielt nachher die Morgen- und Abendstunden bei, wählte aber die Mittagsstunde statt dem Momente gröfster Wärme, und verlor damit den wichtigeren. Meine Wohnung schien mir wohl geeignet zu seyn, die freie Temperatur in der Luft zu beobachten, und ich habe daher nicht unterlassen, es seit 6 Jahren zu thun, um zu versuchen, was sich leisten lassen möchte, die Mittlere zu bestimmen. Es schien mir die gewöhnlich nicht beobachtete Temperatur in der Nacht sey wesentlich, damit man nicht allein die Erwärmung, sondern auch die Erkältung ganz in Anschlag bringen könne, und beobachtete daher die Temperatur des Morgens um 1 Uhr, des Nachmittags zur Zeit ihres Maximums, überdem aber zur Vergleichung und zu einem andern Zwecke noch Vormittags um 9 Uhr. Das Thermometer ist gegen Norden 35 Fufs hoch über einem freien mit Bäumen bepflanzten Platze, vor welchem auch nur bedeutend ferne Gebäude stehen, und die benutzten Thermometer sind mit einem Normalthermometer, von dessen Richtigkeit ich überzeugt war, verglichen worden.

Diejenige Temperatur, welche, so vielmal genommen, als Temperaturen während eines Tages in gleichen Zwischenzeiten beobachtet sind, die Summe dieser gleich ist, nähert sich der mittleren Tagestemperatur um so mehr, je gröfser die Anzahl der beobachteten wird. Daher ist das Produkt aus der mittleren Temperatur in die Dauer des Tages gleich der Summe der Produkte der wirklichen Temperaturen in den Zeittheilen ihrer Dauer, wenn diese sich folgend und unendlich klein genommen werden. Stellt man sich also die krumme Linie vor deren rechtwinklichte Coordinaten die Zeit des Tages und die derselben zugehörige Temperatur sind; so ist klar, dafs der Flachenraum, begränzt von dieser krummen Linie, ihrer Abscissenaxe und den beiden Ordinaten zum Anfange und Ende eines Tages gehörig, die mittlere Temperatur desselben ausdrückt, wenn das ganze Abscissenintervall, oder die Dauer von 24 Stunden, als die Zeiteinheit gewählt wird. Es ist also, strenge genommen, nicht möglich, die wahre

mittlere Temperatur eines Tages zu bestimmen, ohne das Gesetz zu kennen, nach welchem sich die Wärme mit der Tages- und Nachtzeit ändert. Vielleicht liefse sie sich physisch messen, aber die dazu etwa schicklichen Hülfsmittel sind noch unversucht geblieben, auch fehlt es an bequemen Vorrichtungen, welche zu bestimmten Tagesstunden eingetretene Temperaturen nachwiesen, und von unmittelbarer Beobachtung des Thermometers in den Zeitpunkten selbst befreiten. Nur für die gröfste und kleinste Temperatur hat man diese angebende und behaltende Thermometer, welche hingegen die Zeit der Ereignisse unbestimmt lassen. In so ferne man sich also genöthigt findet, aus wenigen einzelnen Beobachtungen an einem Tage die mittlere Temperatur zu erhalten, nimmt man an, die zu gewissen Tageszeiten beobachteten Wärmegrade bestimmen die zu jeder andern, oder doch die Summe aller, ohne zu wissen wie. Man kann sich also fast nur an die gemeine Erfahrung halten, dafs die Wärme bald nach Sonnenaufgang steigt bis Nachmittags, und dann wieder bis zum nächsten Morgen ununterbrochen sinkt. Aber es wird doch dabei das Gesetz der Stetigkeit berücksichtiget, wenn man annimmt, dies Steigen und Fallen geschehe in einer krummen Linie, deren Inhalt als mittlere Temperatur man sucht. Da nun die wirkliche oben bezeichnete nicht ein und dasselbe Gesetz für die Nacht und für den Tag befolgt, so ist es um so mehr erlaubt, sich derselben durch verschiedene krumme Linien zu nähern.

Man stelle sich also die Kurve der täglichen Wärme als aus vier parabolischen Bogen zusammengesetzt vor. Der erste fange bei der Temperatur $b$ an, welche gerade nach Verfluſs einer Zeit $L$ gleich der, welche die Sonne über dem Horizont bleibt, wiederkehrt, und die auch, da nur ein einzelner Tag in Betrachtung kommt, als nach 24 Stunden wieder eintretend, angesehen werden darf. Diese Temperatur und die ihr zukommende Tageszeit, ob bekannt oder nicht, ist vorläufig gleichgültig. Der Zeitpunkt, wo sie steigend statt hat, sey der Anfangspunkt der Abscissen, und der parabolische Bogen gehe bis zum Punkt der gröfsten Tageswärme $c$, welchen er mit seinem Scheitel erreicht. In diesem Punkt fange ein anderer parabolischer Bogen mit seinem Scheitel an, und gehe bis dahin, wo die erste Temperatur $b$ sich wiederfindet. Diese beide Parabeln haben die Ordinate $c$ als gemeinschaftliche Axe, für ihre Scheitel eine gemeinschaftliche Tangente, stehen über ein Abscissenintervall gleich $L$, mit gleicher Anfangs- und Endordinate $b$. Die dritte Parabel fange an wo die zweite auf-

hört, und treffe mit gegen die Abscissenaxe gewandtem Scheitel den Punkt der kleinsten Tageswärme $a - n$. In diesen fällt auch der Scheitel der vierten Parabel, deren Bogen mit der wiederkehrenden Anfangstemperatur $b$ endet. Diese beide Parabeln haben, so wie die vorigen, für ihre zusammentreffende Scheitel eine gemeinschaftliche. Tangente, die Ordinate der kleinsten Wärme $a - n$ zur gemeinschaftlichen Axe, stehen über ein Abscissenintervall gleich $1 - L$ mit Anfangs- und Endordinate gleich $b$ wie die vorigen.

Die Bedeutung der hier vorkommenden Gröfsen geht aus dieser Darstellung und der Figur genugsam hervor. Da $a - n$ die niedrigste Temperatur bedeutet, so ist nur noch $a$ eine unbestimmte, welche aber als eine, die während der Nacht, also zwischen der Temperatur $b$ und der kleinsten $a - n$ sich findet, anzusehen ist. Wird nun, wie schon geschehen, die ganze Abscissenaxe für diese vier zusammenstofsende Parabeln, als Dauer von 24 Stunden gleich 1 angenommen, so ist der Flächenraum zwischen jener und dieser und den Endordinaten $b$, wie oben bemerkt, mittlere Temperatur des Tages.

Es ist aber klar, dafs vom Anfangspunkt bis zum Endpunkt der beiden ersten Parabeln über das Abscissenintervall gleich der Länge des Tages $L$, der Flächenraum gleich ist

$$L\,[b + \tfrac{2}{3}\,(c - b)\,]$$

nach dem bekannten Theorem über den Inhalt der Parabel. $L$ ist ein Bruch, der, wenn dessen Zähler gleich der Tageslänge in Stunden ist, die Zahl 24 zum Nenner hat.

Die beiden andern gegen den noch übrigen Theil $1 - L$ der Abscissenaxe gekehrten Parabeln, schliefsen mit derselben und den Endordinaten $b$ offenbar einen Flächenraum gleich

$$(1 - L)\,[b - \tfrac{2}{3}\,(b - a + n)]$$

ein, welcher zum vorigen addirt, den ganzen gesuchten gleich

$$L\,[b + \tfrac{2}{3}\,(c - b)\,] + (1 - L)\,[b - \tfrac{2}{3}\,(b - a + n)\,]$$

giebt. Diese Summe aber nimmt auch die Form an

$$a + \tfrac{2}{3}\,L\,(c - a) - \tfrac{1}{3}\,[2n\,(1 - L) + a - b]$$

welche die mittlere Temperatur des Tages bequem genug ausdrückt.

Man kann erinnern, dafs die Temperatur $b$ dadurch bestimmt, dafs sie nach der Zeit $L$ wieder statt habe, nach 24 Stunden nicht wieder dieselbe seyn werde. In der That verändert sich $b$ von einem Tage zum an-

dern mit der mittleren Wärme; allein um die Leichtigkeit der vorhergehenden Auseinandersetzung nicht zu stören, ist dies unberücksichtigt gelassen, da es ohne Mühe gefunden, und dem obigen Resultat zugesetzt werden kann.

Es sey nämlich nach 24 Stunden, das ist für die Abscisse gleich 1, die Temperatur $b + \beta$. Der Punkt der niedrigsten Wärme gehöre der Abscisse gleich $M$ zu. Durch diesen niedrigsten Punkt lege man den Scheitel einer Parabel ähnlich, wie es für die vierte vorgeschrieben, nur habe ihr Bogen für das Ende der Abscisse nicht zur Ordinate $b$ wie vorher, sondern $b + \beta$, so wird diese Parabel die obige vierte im Scheitel berühren, und der zwischen beiden parabolischen Bogen, welche über ein Abscissenintervall gleich $1 - M$ stehen, enthaltene Raum ist gleich

$$\tfrac{1}{3}\beta\,(1 - M)$$

und nach dem Zeichen von $\beta$ dem vorigen Flächenraume zuzusetzen, so dafs also die mittlere Temperatur für 24 Stunden seyn wird

$$a + \tfrac{2}{3}\,L\,(c - a) + \tfrac{1}{3}\,[2n\,(1 - L) + a - b + \beta\,(1 - M)\,]$$

Es ist aber die Verbesserung von $\frac{1}{3}\beta\,(1 - M)$ in der Regel sehr geringe. Denn $M$ steht für den Zeitpunkt kleinster Wärme des Tages, also für eine Zeit kurz nach Sonnenaufgang. Aber diejenige Temperatur $b$ oder $b + \beta$, welche nach der Tagesdauer $L$ wiederkehrt, hat nur wenige Stunden nach Sonnenaufgang statt, so dafs $\frac{1}{3}\beta\,(1 - M)$ etwa gleich $\frac{1}{3}\frac{1}{6}\beta$ zu setzen seyn möchte.

Der Ausdruck für die mittlere Temperatur wird aber blofs

$$a + \tfrac{2}{3}\,L\,(c - a)$$

wenn man $a$ so wählt, dafs das noch übrige Glied Null wird, und deswegen ist auch schon eben dahin gedeutet, dafs unter $a$ eine Temperatur in der Nacht zu verstehen sey. Es bedeutet also $n$, wie viel das Thermometer noch fallen mufs, um den tiefsten Stand zu erreichen. Aber $2n\,(1-L)$ ist im Mittel für's ganze Jahr gleich $n$, also müfste überhaupt nach der ersten Form $n + a - b$ Null seyn, oder $a$ sich nicht bedeutend vom Mittel zwischen der Temperatur $b$ und der kleinsten entfernen, rückt aber näher an $b$, je gröfser $L$ wird, und dies geschieht selbst, wenn man $a$ zu einer bestimmten Nachtstunde wählt.

Man kann dem Ausdruck des Flächenraums oder der mittleren Temperatur auch die Gestalt

$$\frac{c + (a - n)}{2} + [c - (a - n)]\,(\tfrac{2}{3}L - \tfrac{1}{6}) - \tfrac{1}{3}\,(c - b)$$

geben, wenn man nämlich $\frac{1}{3}\beta\,(1 - M)$ als unbedeutend vernachläfsigt.

Man sieht, dafs das erste Glied dieser Formel für die mittlere Temperatur schon das Mittel aus der gröfsten und kleinsten täglichen Wärme enthält; damit dieses als mittlere Wärme des Tages angesehen werden könne, wäre erforderlich, dafs die beiden andern Glieder von selbst Null würden, welches eine bleibende Relation zwischen der Wärme $b$, der gröfsten $c$, der kleinsten $a - n$ und der Tageslänge $L$ ergäbe, die man ohne Grund doch nicht annehmen darf.

Nähme man in den vorigen abgekürzten Ausdruck

$$a + \tfrac{2}{3}L\,(c - a)$$

für $a$ einen Werth an, welcher das letzte Glied des vollständigen nicht Null machte, so würde das Resultat als mittlere Wärme fehlerhaft. Man nehme an, es sey $a + \alpha$ statt $a$ zu setzen, also $\alpha$ der Fehler der Thermometerbeobachtung, so wird der Fehler für die mittlere Wärme

$$\alpha\,(1 - \tfrac{2}{3}L)$$

Dieser wird also, da $L$ im Mittel gleich $\frac{1}{2}$, im Sommer kleiner als $\frac{2}{3}\alpha$, im Winter aber kann er gröfser seyn. Aber der Fehler $\alpha$ kann überhaupt doch nur aus zu früher oder zu später Beobachtung des Thermometers in der Nacht entspringen; also scheint es, man habe nicht sehr zu befürchten, dafs dieser Fehler bedeutend werden könne.

Es läfst sich die mittlere Wärme von einer Seite betrachten, welche den Grundsätzen nach zwar bestimmter erscheint, aber in der Anwendung andere Schwierigkeiten hat, die indessen hier, wenn auch nicht ausführlich behandelt, doch angedeutet zu werden verdient.

Nimmt man wie gewöhnlich an, die Wärmeänderung eines Körpers sey in jedem Zeitmoment $dt$, proportional dem Unterschiede der in ihm vorhandenen Wärme $v$ und der auf ihn einwirkenden $S$, so hat man im Allgemeinen die Gleichung:

$$dv = k\,(S - v)\,dt$$

in welcher also $k$ ein beständiger Koeffizient, $S$ und $v$ Funktionen von $t$ sind. Bedeutet $S$ die Wärme, mit welcher die Sonne einwirkt, die sie also endlich hervorbringen würde, wenn sie diese, dem Zeitpunkte $t$ entsprechende, immerwährend beibehielte, $v$ die vorhandene Wärme; so hat man, da aus der Gleichung selbst unmittelbar folgt

$$\int v\,dt = \int S\,dt - \tfrac{1}{k}v + C$$

wenn die Summe der Wärme des Tages vom Aufgange bis Untergange der Sonne mit $(\int vdt)$, die Summe der Sonnenwärme mit $\Sigma$ bezeichnet wird und die Wärme bei Sonnenaufgang mit $M$, die bei Sonnenuntergang mit $N$:

$$(\int vdt) = \Sigma + \tfrac{1}{k}M - \tfrac{1}{k}N.$$

Aber die Wärme in der Nacht ist $Ne^{-kt}$, wo $t$ von Sonnenuntergang zählt, und $e$ die Basis des natürlichen logarithmischen Systems bedeutet. Daher ist die Summe der Wärme in der Nacht

$$\int vdt = \int Ne^{-kt}\,dt = -\tfrac{1}{k}Ne^{-kt} + C$$

im allgemeinen, nun wird dieses Integral von Sonnenuntergang bis Aufgang genommen, das ist von $t = o$ bis $t = 2(\pi - \lambda)$ wo $\pi = 3{,}1415\ldots$ der halbe Kreisumfang für den Radius gleich 1, und $\pi - \lambda$ die halbe Nachtlänge bedeutet; also hat man die Summe der Wärme während der ganzen Nacht, mit $[\int vdt]$ bezeichnet,

$$[\int vdt] = \tfrac{1}{k}N - \tfrac{1}{k}Ne^{-2k(\pi-\lambda)}.$$

Hierzu die obige Summe der Tageswärme addirt, so hat man die Wärmesumme für Tag und Nacht gleich

$$(\int vdt) + [\int vdt] = \Sigma + \tfrac{1}{k}(M - Ne^{-2k(\pi-\lambda)})$$

und die mittlere Temperatur wird erhalten, indem man diese Summe mit der Zwischenzeit von dem einen Sonnenaufgang zum nächstfolgenden dividirt, im Bogen für den Halbmesser gleich 1 ausgedrückt, so dafs diese Zwischenzeit gleich $2\pi + \omega$ gesetzt, die mittlere Temperatur gleich ist

$$\left\{\Sigma + \tfrac{1}{k}(M - Ne^{-2k(\pi-\lambda)})\right\} : (2\pi + \omega)$$

Diese Formel hängt nun besonders von $\Sigma$, also von der Funktion $S$ ab, das ist vom Gesetz der erwärmenden Kraft, welche man der Sonne in verschiedenen Höhen über dem Horizont beilegt. Dieses angenommen, hätte es keine besondere Schwierigkeit, $\Sigma$ oder das begränzte Integral $\int Sdt$ wenigstens approximativ genau genug zu finden, und man könnte $S$ als durch die Dichtigkeit der Luft oder ihrer Wärmeverschluckung nach empirischen Gesetzen modifizirt annehmen. Es scheint zwar, als kämen übrigens in dieser Formel nur zwei Beobachtungen vor, nämlich die für Sonnenaufgang und Untergang. Allein es wird erforderlich, um die Formel auf eine Thermometerskale zu beziehen, bestimmte Werthe von $S$ nach dieser zu kennen, welches an einem andern Orte auseinander gesetzt ist, und hier zu weit von der obigen Methode entfernen würde, zu deren etwas fernerer Erläuterung ich zurückkehre.

Die obige Formel für die mittlere Temperatur

$$a + \frac{2}{3} L (c - a)$$

enthält also als Regel: die mittlere Temperatur eines Tages übertreffe eine tief in der Nacht beobachtete um ihren Unterschied von der höchsten Tageswärme, multiplizirt mit dem 36sten Theil der Stundenzahl der Tageslänge. In so ferne man das Gesetz der täglichen Zunahme der Wärme bis zur gröfsten und deren Abnahme bis zur kleinsten als unbekannt annimmt, das Fallen und Steigen der Temperatur als nach 4 verschiedenen Parabeln fortschreitend nur betrachten kann, giebt es freilich, wie schon bemerkt, nur eine gewisse Zeit für die in der Nacht zu beobachtende Temperatur, welche jene höchst einfache Regel zu ihrer Richtigkeit fordert. Allein es läfst sich aus den bisherigen mir bekannten Beobachtungen dieser Zeitpunkt noch nicht mit aller Zuverläfsigkeit bestimmen, und es ist leicht einzusehen, dafs derselbe nicht in allen Jahreszeiten derselbe bleiben kann. Man könnte daher vielleicht erinnern, es sey wohl nicht schwieriger, geradezu den Tagespunkt zu bestimmen, wo die mittlere Temperatur regelmäfsig eintritt, und sich an dieser einfachen Beobachtnng dann zu dieser Tageszeit genügen. Allein diese mittlere Temperatur hat statt in Zeitpunkten des Tages, wo die Wärme sich ohngefähr am schnellsten ändert, und die beobachtete Temperatur nicht sehr fest ist, dahingegen um die Zeit der gröfsten Wärme, und tief in der Nacht dieselbe wenig ändert, und diese standhafteren Temperaturen den gröfsten Einfluſs auf die mittlere haben. Die in der Nacht beobachtete Temperatur kann von der, welche die Regel fordert, wohl nur einige Zehntheile eines Grades verschieden seyn. Zufälliger, schneller Temperaturwechsel kann nicht berücksichtiget werden, und würde, wenn derselbe eben im wirklich bestimmt bekannten Zeitpunkte einträte, die in demselben angestellte Beobachtung nicht zur vorzüglichen machen. Ueberhaupt ist bei Beobachtung der Temperatur der unbewegliche Stand derselben, der Tageswitterung überhaupt entsprechendere, stets mehr zu berücksichtigen, als einige Minuten des Moments der Beobachtung.

Die bessere unter den bisherigen, obwohl nicht gewöhnlich befolgte Methode, nimmt die halbe Summe der gröfsten und kleinsten Temperatur als die mittlere des Tages an. Sie ist am bequemsten für den Beobachter, welcher mit einem Thermometer versehen ist, dessen Einrichtung den höchsten und tiefsten Stand selbst angiebt, der willkührlich zu bequemer

Zeit

Zeit nachgesehen und aufgezeichnet werden kann. Die Kenntnifs beider äufserster Temperaturen ist allerdings zu schätzen, aber der gedachte gewöhnliche Gebrauch zur Bestimmung der mittleren Temperatur höchst unsicher. Man sieht nämlich die Wärme als nach einer arithmetischen Progression, also geometrisch nach einer geraden Linie vom niedrigsten zum höchsten Punkte steigend, und eben so nach einer andern ähnlichen Reihe von diesem zu jenem Punkte wiederum fallend an. Oder, da man die Betrachtung des fortschreitenden Ganges der Wärme bei Seite setzen darf, so sieht man doch den Flächenraum der gekrümmten thermometrischen Tageslinie als gleich an, mit dem Flächenraume zweier Trapeze, welche durch die geraden Linien vom Punkte der Sonnenaufgangstemperatur, als den tiefsten der Kurve bis zum höchsten, und von da bis zum nächst folgenden tiefsten Punkt, und durch die Perpendikel von diesen drei Punkten auf die Basis gefällt, bestimmt werden. Das heifst man nimmt an, die schrägen Linien der Trapeze lassen, da sie die beiden krummen Aeste schneiden, eben so viel Flächenraum von den Kurven über sich aufserhalb den Trapezien, als diese im untern Theil zu viel von der nicht zu den Kurven gehörigen Fläche in sich schliefsen. Man sieht also, in welcher Ungewifsheit man auf diesem Wege bleibt, und um wie viel sicherer der angezeigte ist, welcher statt auf zwei graden Linien fortzugehen, vier verschiedene Parabeln wählt. Diese werden zwar mit der wirklichen Kurve, die die tägliche Wärme beschreibt, als einer transcendenten Linie ebenfalls nicht zusammenfallen, sondern sich durch dieselbe hindurchschlingen, an einer Stelle wird die Kurve mehr, an der andere weniger Fläche als die Parabeln enthalten, aber es ist einleuchtend, dafs vier von einander abweichende, jede verschiedenartige Krümmung gestattende Linien der transcendenten sich näher anschmiegen als zwei gerade.

Ein paar Beispiele können von dem Verhalten beider Wege für die mittlere Tageswärme eine anschauliche Vorstellung geben.

Herr Pictet hat in Genf an einen Frühlings- und an einem Sommertage von Halbviertel zu Halbviertelstunde die Temperatur beobachtet. Er giebt diese Beobachtungen in seinen *Essai's sur le feu* zwar nicht einzeln an, doch sind seine Data für die Vergleichung nicht ganz unbrauchbar.

Am 16. August war die gröfste Wärme 22°,4
die niedrigste bei ⊙Aufgang 9 ,65
Arithmetisches Mittel 16 ,02

Herr Pictet giebt die mittlere Temperatur des Tages aus 48 Beobachtungen zu 16°,1 an. Allein seine Beobachtungen lassen eine Lücke von 10 Uhr Abends bis 4 Uhr 30′ des Morgens, während welcher das Thermometer von 14° auf 10°,1. also 3°,9 gesunken war. Diese Differenz vertheilt er nach einer arithmetischen Progression, welches offenbar unrichtig, indem man so durch eine gerade Linie einen Theil der nach unten convex gekrümmten Fläche ausschliefsend abschneidet. Die mittlere Temperatur ist also in der That etwas kleiner als 16,1, indessen viel kann es nicht betragen.

Da von 10 Uhr bis 4 Uhr 30′, also in $6\frac{1}{2}$ St., das Thermometer 3°,9 gesunken, so stand es arithmetisch des Nachts um 1 Uhr auf 12°,2; man wird also nicht viel irren, wenn man die wirkliche Temperatur für diesen Zeitpunkt 12°o setzt, und dann folgt nach meiner Methode die mittlere Temperatur des Tages

$$12°,0 + 0,38\ (22,4 - 12) = 12°,0 + 3,97 = 15,97$$

welches um 0°,13 kleiner als die von Pictet angegebene, und wie bemerkt, soll in der That die wirkliche mittlere Temperatur etwas kleiner seyn, als die von Pictet angegebene.

Hier stimmt aber auch freilich das bloſse arithmetische Mittel der äufsersten Temperaturen ziemlich mit ein, da es nur $\frac{1}{10}$ Grad zu viel giebt, und es in der That nach jeder, selbst einer theoretisch genauen Methode sich nicht erwarten läfst, dafs sie die Summe der anomalischen Temperaturen im Mittel bis auf $\frac{1}{10}$ Grad bestimme.

Anders verhält es sich auch mit den am 19. März angestellten Beobachtungen.

Die höchste Temperatur dieses Tages war 15°, 3
niedrigste — — — — — — 0, 5
Die arithmetische mittlere Temp. also 7, 9

Herr Pictet aber schliefst das Mittel aus Beochtungen von
Viertel zu Viertelstunde — — — — — 5°,8,
also mehr als 2 Grad niedriger als das arithmetische. Er giebt nicht an, wie grofs die Lücke der Beochtungen während der Nacht ist. Allein

wahrscheinlich ist auch diese Temperatur noch etwas gröfser als das wahre Mittel.

Da das Thermometer um 10 Uhr Abends auch 5°,8 zeigte, so hätte es nach arithmetischem Verhältnifs zwischen dieser Epoche und Sonnenaufgang, um 1 Uhr Nachts 5°,8 zeigen sollen. Allein man wird sie sicher nicht zu niedrig annehmen, wenn man sie 2° Grad setzt, und bei dieser Annahme wird die mittlere Temperatur nach meiner Methode

$$2° + 0{,}5\ (15.3 - 2) \times \tfrac{2}{3} = 2° + 4°{,}4 = 6°{,}4$$

welches der Wahrheit weit näher als das arithmetische Mittel, aber doch noch 0,6, also etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Grad von ihr abweicht, und man müfste die Nachttemperatur nur 1° hoch annehmen, um die mittlere Temperatur nach Pictets Angabe genau zu erhalten. Auch ist es gar nicht unmöglich, dafs sie wirklich so gestanden habe. Aber man sieht auch, dafs dieser Tag gerade zu den allerungünstigsten für die Bestimmung seiner mittleren Wärme gehört.

Herr Pictet aber schliefst, indem er die bedeutende Abweichung des Mittels auf die gewöhnteren Wege aus 2 oder 3 Beobachtungen geschlossen, von der wahren mittleren Temperatur wahrnimmt, es würde schwer seyn, eine in allen Jahreszeiten anwendbare einfache Formel zu finden, welche aus 2 oder 3 Proben zu gewissen Tageszeiten angestellt, beinahe die mittlere Temperatur gäbe. Es scheint jedoch, dafs die angegebene, so einfach als möglich, diefs mit nicht ungenügender Genauigkeit leisten könne, besonders wenn man sich bemühte, die in ihr näher zu bestimmenden Gröfsen auszumitteln. Man sieht wenigstens nach dieser Regel, was man zu suchen hat, und das Gesuchte läfst sich allerdings finden.

Die einzige wesentliche Bestimmung, nämlich auf welche es ankömmt, ist die der Zeit der zu beobachtenden Nachttemperatur in verschiedenen Jahreszeiten. Diese Temperatur hat freilich eine ihr correspondirende nach Sonnenaufgang, und es würde nicht überflüssig seyn, auch die Zeit auszumitteln, wenn diese eintritt, da diese bestimmter ausfallen wird, als der in der Nacht, weil am Morgen die Temperatur schneller ändert, weswegen aber auch für den Zweck der Bestimmung der mittleren Temperatur der in der Nacht beobachtete Stand vorzuziehen ist. Die Zeiten der Temperatur $b$, welche täglich zweimal dieselbe ist, kommen in der Vorschrift der Regel nicht in Betrachtung, aber zu ihrer schärferen Begründung ist ihre Kenntnifs nicht unwichtig.

Diese Bestimmungen lassen sich nur durch Beobachtungen finden, welche die mittlere Temperatur unmittelbar geben. Allein schon aus den angeführten Beispielen von Pictet's Beobachtungen wird man abnehmen, dafs dies kein leichtes Geschäft ist, dessen Verrichtung nur Maschinen übertragen werden kann.

Nach der hier auseinander gesetzten Regel habe ich die mittlere Temperatur für Berlin zu bestimmen gesucht, die Resultate geben die nachfolgenden Tabellen. Der Koeffizient $\frac{2}{3}L$ ist eine Gröfse, welche von der Jahreszeit und der geographischen Breite des Ortes abhängig ist, die man also für jeden besonders berechnen mufs. Für Berlin hat dieser Koeffizient am 8. und 23. eines jeden Monats folgende Werthe:

| Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,213 | 0,257 | 0,310 | 0,368 | 0,421 | 0,457 |
| 0,235 | 0,285 | 0,339 | 0,396 | 0,442 | 0,461 |

| Juli | Aug. | Sept. | Oct | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,456 | 0,416 | 0,360 | 0,303 | 0,249 | 0,210 |
| 0,444 | 0,390 | 0,326 | 0,275 | 0,225 | 0,206 |

In den folgenden Tabellen ist die Spalte mit der Ueberschrift Mittel ein nach der Regel berechnetes Resultat. Die andern enthalten die unmittelbaren Beobachtungen blofs im arithmetischen Mittel des Monats. Die Nachttemperatur ist die für *a* genommene.

# Temperatur

| | vom November 1814 bis Oktober 1815. | | | | vom November 1815 bis Oktober 1816. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nachts | Nachm | Mittel | Vorm. | Nachts | Nachm | Mitt. | Vorm. |
| 1814 Nov. | 2,74 | 4,49 | 3,14 | 2,86 | 1,61 | 3,40 | 1,98 | 2,17 |
| Dec. | 0,67 | 1,88 | 0,93 | 0,83 | — 1,79 | — 0,67 | — 1,58 | — 1,54 |
| 1815 Jan. | — 4,13 | — 2,88 | — 3,86 | — 4 18 | — 0,58 | 0,84 | — 0,26 | — 0,53 |
| Feb. | 0,68 | 3,03 | 1,29 | 1,36 | — 2,35 | — 0,15 | — 1,77 | — 1,72 |
| März. | 2,58 | 5,93 | 3,67 | 3,67 | 0,93 | 3,82 | 1,87 | 1,47 |
| April. | 4,29 | 9,46 | 6,25 | 6,17 | 3,28 | 9,45 | 5,62 | 5,50 |
| Mai. | 8,30 | 13,13 | 10,42 | 11,00 | 6,03 | 11,31 | 8,35 | 9,00 |
| Juni. | 11,16 | 16,09 | 13,32 | 13,86 | 10,20 | 14,20 | 12,00 | 11,96 |
| Juli. | 9,79 | 14,84 | 12,06 | 12,44 | 11,57 | 16,60 | 13,84 | 14,01 |
| Aug. | 10,89 | 15,77 | 12,86 | 13,17 | 10,44 | 14,51 | 12,08 | 12,15 |
| Sept. | 7,73 | 12,51 | 9,37 | 9,86 | 8,11 | 12,25 | 9,53 | 9,74 |
| Octob. | 5.63 | 9,39 | 6,72 | 6,88 | 4,61 | 7,94 | 5,56 | 5,48 |
| Mittel | 5°,03 | 8°,64 | 6°,43 | 6°,50 | 4°,33 | 7°,65 | 5°,58 | 5°,63 |

vom November 1816 bis October 1817.

| | Nachts. | Nachm | Mittel. | Vorm. |
|---|---|---|---|---|
| 1816 Nov. | — 0,06 | 1,55 | 0,32 | 0,33 |
| Dec. | — 1,10 | 0,04 | — 0,86 | — 1,02 |
| 1817 Jan. | 0,52 | 1,57 | 0,75 | 0,76 |
| Feb. | 1,78 | 3,83 | 2,27 | 2.38 |
| März. | 1,51 | 4,37 | 2,44 | 2,49 |
| April. | 1,50 | 5,12 | 2,87 | 3,21 |
| Mai. | 7,80 | 13,38 | 10,20 | 10,58 |
| Juni. | 10,76 | 17,30 | 13,77 | 14,05 |
| Juli. | 11,17 | 16,60 | 13,61 | 13,81 |
| Aug | 11,05 | 16,67 | 13,30 | 13,80 |
| Sept. | 9,88 | 15,75 | 11,90 | 11,96 |
| Octob. | 3,07 | 6,50 | 3,77 | 3,65 |
| Mittel | 4,82 | 8,55 | 6,18 | 6,08 |

# Temperatur

## des Winters 1817 und Sommers 1818.

| | Nachts. | Nachm | Mittel. | Vorm. | Nachts. | Nachm | Mittel. | Vorm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1817 Nov. | 4,54<br>3,99 | 6,78<br>5,27 | 4,94<br>4 28 | 4,40<br>4,26 | 4,17 | 6,03 | 4,50 | 4,33 |
| Dec. | 0,38<br>— 1,28 | + 1,43<br>— 0,34 | 0,61<br>— 1,09 | + 0,56<br>— 0,76 | — 0,46 | 0,50 | — 0,26 | — 0,12 |
| 1818 Jan. | — 0,41<br>1,77 | — 0,11<br>2,74 | — 0,34<br>2,00 | — 0,21<br>1,99 | 0,72 | 1,57 | 0,86 | 0,89 |
| Feb. | — 1,28<br>1,12 | 1,00<br>4,18 | — 0,70<br>1,99 | — 1,07<br>1,44 | — 0,17 | 2,48 | 0,55 | 0,09 |
| März. | 2,37<br>2,22 | 5,13<br>5,81 | 3,22<br>3,45 | 3,47<br>3,51 | 2,29 | 5,48 | 3,32 | 3,49 |
| April. | 3,72<br>5,80 | 7,05<br>10,86 | 4,94<br>7,80 | 5,36<br>7,72 | 4,76 | 8,96 | 6,36 | 6,54 |
| Mai. | 10,45<br>7,02 | 14,92<br>12,14 | 12,33<br>9,28 | 11,78<br>10,08 | 8,68 | 13,48 | 10,74 | 10,90 |
| Juni. | 10,10<br>10,99 | 17,14<br>16,73 | 13,48<br>13,63 | 14,20<br>14,00 | 10,54 | 16,93 | 13,48 | 14,10 |
| Juli. | 10,43<br>13,71 | 14,83<br>20,43 | 12,43<br>16,69 | 12,82<br>17,39 | 12,02 | 17,54 | 14,50 | 15,13 |
| Aug. | 11,27<br>10,33 | 16,79<br>13,73 | 13,57<br>11,65 | 14,15<br>11,77 | 10,78 | 15,22 | 12,56 | 12,92 |
| Sept. | 9,90<br>9,09 | 13,95<br>12,84 | 11,56<br>10,31 | 11,96<br>10,29 | 9,49 | 13,40 | 10,83 | 11,13 |
| Oct. | 6,99<br>2,67 | 11,37<br>5,38 | 8,32<br>5,42 | 8,76<br>2,88 | 5,04 | 8,67 | 6,28 | 5,92 |
| Mittel. | | | | | 5,65 | 9,17 | 6,98 | 7,19 |

In dieser Tabelle sind die Temperaturen von 15 zu 15 oder 16 Tagen angegeben.

Unterschied der Temperaturen

| Nachmittag u. Nacht, | Nacht u. Mittel. | Nachmittag u. Mittel. |
|---|---|---|
| 3,61 | 1,43 | 2,21 |
| 3,52 | 1,25 | 2,07 |
| 2,73 | 1,56 | 2,37 |
| 3,52 | 1,33 | 2,19 |
| 3°,3 | 1°,54 | 2,28 |

| | Mittlere Temp. | Nacht Temp. | Nachm. Temp. |
|---|---|---|---|
| 1814 u. 15 = | 6,43 | 5,03 | 8,64 |
| 1815 u. 16 | 6,58 | 4,33 | 7,65 |
| 1816 u. 17 | 6.18 | 4.82 | 8,55 |
| 1817 u. 18 | 6,98 | 5,65 | 9,17 |
| Mittel | 6,29 | 4,96 | 8,50 |

Mittel aus Nacht und Nachm. 6°73.

Nach Beguelin's Beobachtungen während 18 Jahren ist:

| Mittlere Temp. | Nacht Temp. | Nachm. Temp. |
|---|---|---|
| 7,78 | 6,08 | 9,43 |

Was Beguelin Nachttemperatur nennt, ist das Mittel aus den Beobachtungen des Morgens 7 und Abends 10 Uhr. Uebrigens ist der bedeutende Unterschied mit meinen Beobachtungen wohl einer nicht vortheilhaften Lokalität zuzuschreiben, die auf Beguelin's Thermometer Einfluss gehabt hat.

## M i t t e l

aus 4 Jahren der monatlichen Temperaturen.

| | tägliche | Diff. | Vorm. 9 Uhr. |
|---|---|---|---|
| November | + 2,44 | 2,6 | 2,38 |
| December | — 0,49 | 1,1 | — 0,49 |
| Januar | — 0,67 | 3,2 | — 0,76 |
| Februar | + 0,54 | 2,3 | + 0,48 |
| März | 2,78 | 0,9 | 2,74 |
| April | 5,23 | 2,3 | 5,31 |
| Mai | 9,88 | 0,86 | 10,32 |
| Juni | 13,10 | 1,1 | 13,70 |
| Juli | 13,46 | 1,4 | 13,80 |
| August | 12,65 | 0,65 | 12,96 |
| September | 10.36 | 1,5 | 10,63 |
| October | 5,54 | 1,75 | 5,44 |
| Jährliche Temp. | = 6,23 | + 1,6 | 6,37 |

Die Spalte unter der Ueberschrift Differenz ist die gröfste Abweichung einzelner Jahre von den Mittelzahlen aus den Vieren.

---

Ueber

Ueber

# die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist.

Von Herrn Dr. Mitscherlich *).

Ein Verhältniſs zwischen den Proportionen in den chemischen Verbindungen und der Krystallisation derselben liegt der atomistischen Ansicht der Chemiker und Physiker unserer Zeit so nahe, daſs man in der That aus einer Uebereinstimmung beider die gröſste Stütze für diese Ansicht gewinnen kann, und es läſst sich nicht läugnen, daſs in allen den Fällen, in denen ich eine solche Uebereinstimmung beobachtet habe, durchaus der Grundsatz gelte, daſs die Verbindungen, in denen die Anzahl der Atome gleich ist, auch ganz dieselbe Krystallisation haben. Aber ich möchte es nicht wagen, aus dieser Thatsache irgend etwas als günstig oder ungünstig für die atomistische oder dynamische Ansicht herauszuheben; doch so viel scheint mir gewiſs zu seyn, daſs die Uebereinstimmung vieler Erscheinungen, die die Verbindungen, die nach gleichen Proportionen zusammengesetzt sind und gleiche Krystallisation haben in ihrem chemischen Verhalten zeigen, sich entweder gar nicht oder nur sehr gezwungen auf die Uebereinstimmung der Krystallisation, als den Grund derselben, zurückführen

*) Vorgelesen am 9. December 1819.

läfst; dafs sie uns vielmehr auf einen viel tiefer verborgenen Grund hinzeigt, aus dem zugleich die Verbindung der Körper nach Voluminibus, und die übereinstimmende Kristallisation zu erklären ist. Ich habe mich daher blofs bei dieser Untersuchung an Berzelius Entdeckung über die Proportionen gehalten, wodurch es ausgemacht ist, dafs wenn sich Körper chemisch verbinden, ein Volumen des einen Körpers sich mit einem, zwei oder mehreren Voluminibus des andern Körpers verbinden, und es gelang mir, das Gesetz, das ich bei den phosphorsauren und arseniksauren Salzen zuerst entdeckte, bei allen übrigen Verbindungen, die ich untersucht habe, bestätigt zu finden, dafs nämlich, wenn zwei verschiedene Substanzen sich mit gleichen Voluminibus einer dritten verbinden, die beiden Körper, die aus dieser Verbindung entstehen, in allen ihren Verbindungen mit andern Substanzen, Körper hervorbringen, die nach denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, und dafs, wenn die mit ihnen verbundene Substanz dieselbe ist, die zwei aus dieser Verbindung entstandene Körper dieselbe Form haben, und dafs diese Formen so übereinstimmend sind, an Werth und Anzahl der Flächen und Winkel, dafs es nicht möglich ist, irgend eine Verschiedenheit, selbst nicht einmal in den Characteren, die ganz zufällig scheinen, aufzufinden. Der Phosphor verbindet sich mit fünf Voluminibus Sauerstoff, mit eben so vielen verbindet sich das Arsenik; die Arseniksäure und Phosphorsäure die aus diesen Verbindungen entstehen, geben mit denselben Basen verbunden Salze, die nach denselben Proportionen zusammengesetzt sind, und durchaus dieselbe Form haben. Ich habe dies allgemeine Resultat aus einer weitläuftigen Arbeit über die arseniksauren und phosphorsauren Salze, über die Salze der Baryterde, Strontianerde und des Bleioxyds, über die des Ammoniaks und Kalis, und über die Verbindungen, die die Kalkerde, Talkerde, das Kupferoxyd, Manganoxyd, Eisenoxyd, Kobaltoxyd, Zinkoxyd und Nickeloxyd mit den Säuren eingehen, bis jetzt ohne alle Einschränkung erhalten; die Untersuchung über die Verbindungen der acht Metalloxyde, die ich zuletzt genannt habe, mit der Schwefelsäure und Kohlensäure ist es, die ich der Akademie vorzulegen wage.

Das saure, phosphorsaure und arseniksaure Kali sind so zusammengesetzt, dafs sich der Sauerstoff im Kali zum Sauerstoff in der Säure wie 1 : 5 und zum Sauerstoff im Krystallisationswasser wie 1 : 2 verhält; vollkommen gleiche Volumina setzen also beide Salze zusammen: nur darin sind sie verschieden, dafs die vier Volumina, die die Grundlage der Säure

bilden, in dem einen Salze Arsenik sind, in dem andern Phosphor. Das basische arseniksaure und phosphorsaure Natrum, das basische phosphorsaure und arseniksaure Ammoniak, das saure, phosphorsaure und arseniksaure Ammoniak, der saure, phosphorsaure und arseniksaure Baryt enthalten jedes Paar gleiche Volumina, und jedes Paar hat dieselbe Krystallisation. Nach diesem Resultat versuchte ich noch zwei Säuren, die mit derselben Basis verbunden dieselbe Krystallisation geben würden, zu finden; ich fand keine; ich glaubte nun eine solche Uebereinstimmung bei den Basen suchen zu müssen, es schien mir nothwendig, dafs wenn zwei Säuren nach denselben Proportionen zusammen gesetzt mit einer Basis verbunden zwei Verbindungen mit derselben Krystallisation hervorbringen, zwei Basen nach denselben Proportionen zusammen gesetzt und mit derselben Säure verbunden, gleichfalls zwei Salze hervorbringen müssen, die dieselbe Krystallisation haben. Die Verbindungen des Kalis und Ammoniaks mit den Säuren, deren Krystallisation übereinstimmt, war die erste Ausbeute; obgleich diese Erscheinung einige Hoffnung zu neuen Aufschlüssen über die räthselhafte Natur des Ammoniaks verspricht, so war mir das zweite Resultat, die Uebereinstimmung der Krystallisation der Salze, die die Baryterde, Strontianerde und das Bleioxyd mit denselben Säuren verbunden bildet, viel angenehmer, weil ich Haüy's Ansicht, die meinen Beobachtungen widersprach, nicht allein durch genaue Messungen der natürlichen Verbindungen mit dem Reflexionsgoniometer, sondern auch durch eine grofse Reihe von Krystallisationen widerlegen kann; dann ist das chemische Verhalten der Verbindungen dieser drei Körper ganz dasselbe; ferner ist es ausgemacht, dafs Baryum und Blei sich im Oxyde mit einem Volumen Sauerstoff, im Hyperoxyde mit zwei Voluminibus verbinden. Berzelius Untersuchungen über die Oxydationsstufen des Eisens, Mangans und des Kobalts setzten es aufser Zweifel, dafs im Oxyde das Metall mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist, und im Hyperoxyde mit drei; viele chemische Eigenschaften dieser Oxyde machen dies aufserdem noch sehr wahrscheinlich, und die Untersuchungen der Krystallologen über das kohlensaure Eisen und kohlensaure Mangan bestätigten es noch mehr, und zeigten die Hoffnung, dafs auch die Talkerde, die Kalkerde und das Zinkoxyd mit ihnen eine Klasse ausmache.

Die krystallisirten Verbindungen der Kohlensäure mit der Kalkerde,

dem Zinkoxyde, dem Eisenoxyde und dem Manganoxyde giebt uns nur die Natur zur Untersuchung. Haüy hat nach der Herausgabe seines *Tableau comparatif* nichts über diese Salze bekannt gemacht, dort erklärt er ganz bestimmt, dafs es ihm nicht erwiesen scheine, dafs der kohlensaure Kalk und das kohlensaure Eisen dieselbe Krystallisation haben, obgleich er es nicht läugnet, dafs das kohlensaure Salz, in dem das kohlensaure Eisen zuweilen so vorwaltet, dafs es fast nur 1 p. Ct. kohlensauren Kalk enthält, durchaus bis auf die kleinsten Modificationen der Form, die Krystallisation des kohlensauren Kalks habe; allein es scheint ihm wahrscheinlich, dafs der kohlensaure Kalk sich in kohlensaures Eisen umgeändert habe, mit Beibehaltung der Form, wie das versteinerte Holz, und noch jetzt glaubt er es mathematisch beweisen zu können: dafs Substanzen von verschiedener Natur nie dieselbe Form annehmen, das regnläre System ausgenommen. So bestimmt wie er sich über die Form des kohlensauren Eisens äufsert, spricht er nicht über das kohlensaure Zink; wenn es durch Messung bewiesen ist, sagt er, dafs das Rhomboëder des Galmeis mit dem des Kalkspaths übereinstimmt, dann gilt auch hier was vom Austausch des Eisen und Kalks im kohlensauren Kalk gilt. Noch unbestimmter äufsert er sich über die Krystallisation des kohlensauren Mangans. Weifs erklärt sich eben so bestimmt als Haüy für die Uebereinstimmung der Krystallisation des kohlensauren Kalks und kohlensauren Eisens; aber er hat auch noch den blättrigen Bruch des kohlensauren Zinks untersucht, und findet, so genau es überhaupt die Krystallisation dieser Substanz zuläfst, dafs er dasselbe Rhomboëder giebt, wie der Kalkspath; aufserdem hat er noch das stumpfere Rhomboëder beobachtet; ferner hat er gefunden, dafs das kohlensaure Mangan, der Manganspath, so genau es sich erkennen läfst, ebenfalls dieselbe Krystallisation habe, wie der kohlensaure Kalk. Aufser diesen fast ganz reinen kohlensauren Salzen, kommen in der Natur noch einige Verbindungen von verschiedenen, und wie es scheint, nicht in constanten Verhältnissen mit einander verbundenen kohlensauren Salzen vor, die aber sämmtlich die Krystallisation des Kalkspaths haben, z. B. die kohlensaure Talkerde und Kalkerde, worin die kohlensaure Kalkerde bis auf die Hälfte herabsinkt, die kohlensaure Kalkerde und das kohlensaure Eisen, worin die Kalkerde fast ganz verschwindet, die kohlensaure Kalkerde und das kohlensaure Mangan. Bernhardi hatte gefunden, dafs wenn man nur wenig schwefelsaures Eisen zu schwefelsaurem Zink mische, ein Salz krystallisire,

das viel Zinkvitriol und wenig Eisenvitriol enthalte, dennoch aber die Krystallisation des Eisenvitriols annehme; ferner, dafs wenn er mit schwefelsaurem Zink auch nur den achten oder sechszehnten Theil Kupfervitriol mische, ein Salz entstehe, das die Form des Kupfervitriols zeigt. Er und Hausmann, der seine Versuche wiederholte und bestätigte, und viel später nach ihnen Beudant, glaubten aus dieser Erscheinung schliefsen zu müssen, dafs eine Substanz eine so bedeutende Krystallisationskraft besizzen könne, dafs sie mit einer andern gemischt, wenn diese sie auch sehr an Masse übertrifft, dennoch ihr ihre Form mittheile und vorschreibe. Hieraus erklärten sie dann die Uebereinstimmung der Krystallisationen jener vier kohlensauren Verbindungen und die der Verbindungen der kohlensauren Salze; sie glaubten, dafs in allen sich etwas kohlensaurer Kalk finde, der, wenn er auch nur 1 p. Ct. betrüge, dennoch dem Ganzen die Form geben könne. Wollaston fand eine Differenz in den Winkeln der Rhomboëder, doch ist diese so unbedeutend, dafs Weifs sie aus krystallologischen Gründen verwirft, und die Krystallisation dieser kohlensauren Salze als ganz dieselbe ansieht.

Weifs äufsert sich nicht über den Grund, warum die Krystallisation dieser Salze übereinstimme; unstreitig, weil er die Ursachen, die Haüy und Bernhardi anführen, für unzureichend hält; und in der That, der Grund, den Haüy anführt, würde nicht einmal dann wahrscheinlich seyn, wenn er nicht mehr unsern Erfahrungen über die chemischen Verwandschaften widerspricht.

Verglich ich diese Beobachtungen mit dem, was ich früher über die Uebereinstimmung von Krystallformen und über den Grund derselben beobachtet hatte, so schien es mir sehr wahrscheinlich, dafs jene vier Metalloxyde, mit derselben Säure verbunden, immer dieselbe Form zeigen würden, und ich habe es versucht, diese Wahrscheinlichkeit zur Gewifsheit zu erheben; ich habe zugleich, theils auch schon vorher, fast alle Metalloxyde einer ähnlichen Untersuchung unterworfen, und ich erhielt das Resultat, dafs nicht allein jene vier Oxyde, sondern auch noch die Bittererde, das Kupferoxyd, das Kobaltoxyd und Nickeloxyd, mit derselben Säure verbunden, dieselbe Krystallform hervorbringen. Ich beschränke mich hier nur auf die Verbindungen dieser Oxyde mit der Schwefelsäure. Die Natur dieser Salze läfst ein sehr gründliches Studium zu; sie erlaubt die mannigfaltigsten Combinationen, ihre Krystallisationen sind vollständig und

gut beschrieben, und das Verhältnifs ihrer Bestandtheile ist genau untersucht und ausgemacht. Sie sind alle so zusammen gesetzt, dafs sich der Sauerstoff im Oxyde zum Sauerstoff in der Säure wie 1 : 3 verhält, also ganz nach denselben Verhältnissen, wie das neutrale schwefelsaure Kali, doch ist die Menge des Krystallisationswassers, womit sich diese Salze verbinden, verschieden, und danach geordnet, zerfallen sie in drei Klassen.

1ste Klasse. Das schwefelsaure Mangan und schwefelsaure Kupfer; nach dem Mittel aus drei Versuchen über die Menge des Krystallisationswassers beider Salze, verhält sich der Sauerstoff im Oxyde zum Sauerstoff im Wasser wie 1 : 5.

Die Krystallisation dieser beiden Substanzen ist von Haüy als die Krystallisation des schwefelsauren Kupfers beschrieben; es finden sich beim schwefelsauren Mangan ganz dieselbe Menge von Varietäten und ganz dieselbe Neigung der Flächen gegen einander, wie beim schwefelsauren Kupfer; ihre Krystallisation gehört zum ein- und eingliedrigen System, nach Haüy ist die primitive Form ein irreguläres schiefwinkliches Parallelepiped; eine ähnliche Grundform hat nur noch der Axinit.

2te Klasse. Das schwefelsaure Eisenoxyd und schwefelsaure Kobaltoxyd. Drei Versuche über das schwefelsaure Eisen und ein Versuch über das schwefelsaure Kobalt gaben die Wassermengen beider Salze so an, dafs sich der Sauerstoff im Oxyde zum Sauerstoff im Wasser wie 1 : 6 verhält.

Die Krystallisation beider Substanzen ist das Rhomboëder; die Uebereinstimmung dieser Rhomboëder an Anzahl, Werth und Neigung der Flächen ist ganz vollkommen, es ist von Haüy weitläuftig als die Krystallisation des Eisenvitriols beschrieben worden.

3te Klasse. Das schwefelsaure Zinkoxyd, das schwefelsaure Nikkeloxyd und die schwefelsaure Bittererde. Nach vielen übereinstimmenden Versuchen verhält sich der Sauerstoff in dem Oxyde dieser Salze zum Sauerstoff ihres Krystallisationswassers wie 1 : 7. Die Krystallisation dieser drei Salze ist ein Quadrat-Octaëder; sie ist von Haüy beschrieben als die Krystallisation des Bittersalzes, und später von Bernhardi als die Krystallisation des Bittersalzes und Zinkvitriols.

Dafs eine Proportion Krystallisationswassers die Krystallisation verändere, bemerkt man bei der Untersuchung aller Klassen von Salzen, deren Basen gleiche Krystallisation, wenn sie mit derselben Säure verbunden sind,

hervorbringen, z. B. beim salzsauren Baryt und beim salzsauren Strontian, beim sauren phosphorsauren Natrum und beim sauren arseniksauren Natrum, beim sauren phosphorsauren und sauren arseniksauren Ammoniak und beim sauren phosphorsauren und sauren arseniksauren Kali. Es machen daher die Krystallisation des kohlensauren Mangans, des kohlensauren Eisens und des kohlensauren Zinks es sehr wahrscheinlich, dafs diese drei Klassen nur durch die verschiedene Mengen des Krystallisationswassers entstanden sind, und dafs die wasserfreien schwefelsauren Salze alle dieselbe Krystallisation zeigen würden. Was man ferner aus den früheren Beobachtungen über übereinstimmende Krystallisation schliefsen mufste, gilt auch hier; die Volumina Sauerstoff mit denen sich das Metall der Basis verbindet, sind bei allen dieselben; Eisen, Mangan, Kobalt und wahrscheinlich auch Nickel verbinden sich in der salzfähigen Basis mit zwei Voluminibus Sauerstoff, als Hyperoxyde mit drei. Berzelius glaubt, dafs eine solche Proportion auf eine Verbindung des Metalls mit einem Volumen deute; dies bestätigt sich auch hier, denn im Kupferoxydul, vielleicht auch im Nickeloxydul, verhält sich der Sauerstoff zu dem Sauerstoff, welcher sich mit einer gleichen Menge Metall verbindet, um damit das Oxyd zu bilden, wie 1 : 2.

Sind diese Gründe hinreichend, um die Uebereinstimmung der Krystallformen des wasserfreien, schwefelsauren Kupfers, Mangans, Eisens, Kobalts, Nickels, Zinks und der wasserfreien schwefelsauren Bittererde wahrscheinlich zu machen, so dürfte man wohl im voraus mit grofser Zuversicht über die Versuche, welche Bernhardi zuerst anstellte, und die Beudant viel später sehr erweitert der französischen Akademie vorlegte, entscheiden, und glücklicher Weise ist die Natur der schwefelsauren Verbindungen von der Art, dafs man einen strengen Beweis führen kann.

Zuerst zeigt Beudant, dafs wenn er schwefelsaures Eisen mit schwefelsaurem Kupfer mische, er ein Salz erhalte, das ganz so krystallisire wie der Eisenvitriol; durch Versuche fand er, dafs 9 p. Ct. Eisenvitriol die Gränze sey, um dem Salze noch die Form des Eisenvitriols zu geben; dann mischt er schwefelsaures Zink mit schwefelsaurem Eisen, das krystallisirte Salz hatte gleichfalls die Form des Eisenvitriols, nur dafs hier 15 p. Ct. Eisenvitriol nöthig sind, und dafs jenseits dieser Gränze Krystalle entstehn, die 10 p. Ct. Eisenvitriol enthalten und die Krystallisation des Zinkvitriols haben; ferner mischt er schwefelsaures Eisen, Zink und Ku-

pfer; aus einer solchen Mischung erhielt er Krystalle, die 75 p. Ct. Zinkvitriol, 21 p. Ct. Kupfervitriol und 4 p. Ct. Eisenvitriol enthielten, und die die Form des Eisenvitriols hatten; ja er fand, dafs bei einer solchen Mischung die Menge des Eisenvitriols bis auf 2 bis 3 p. Ct. heruntersinken könne, und dafs dennoch das Salz die Form des Eisenvitriols zeige. Auf diese Versuche gründet er eine grofse Menge von Conjecturen, über mineralogische Klassification, über die Zusammensetzung der Mineralien und über die dominirenden Substanzen. Haüy, Vauquelin und Brochant, von der Akademie dazu beauftragt, haben die Thatsachen untersucht und bestätigt, und sie fällten das Urtheil dem die Akademie beitrat: dafs es chemische Verbindungen geben könne, worin ein Bestandtheil die Form vorschreibe, wenn er auch nur in sehr geringer Menge darin enthalten sey, und dafs die andern Bestandtheile durchaus keinen Einfluſs auf die Form ausübten. Wäre das Urtheil der französischen Akademie gegründet, so wäre uns für immer die Hoffnung entrissen, ein festes und mathematisches Verhältnifs zwischen der Chemie und den Krystallisationen zu entdecken; doch ich hoffe durch zwei Reihen von Versuchen den Ausspruch der französischen Akademie vollständig widerlegen zu können, und durch sie zugleich wiederum einen Beweis für die Uebereinstimmung der Krystallisationen jener sieben schwefelsauren Salze zu erhalten.

1ste Reihe. Ich habe Beudant's Versuche wiederholt; sie bestätigten sich alle; ich habe sie noch auf andere Mischungen ausgedehnt, und die Salze, die ich erhielt, genau analysirt. Vertheilte ich die Wassermenge, welche mir ein Tripelsalz von schwefelsaurem Eisen und schwefelsaurem Kupfer gab, auf das schwefelsaure Eisen und Kupfer, so erhielt ich einen grofsen Ueberschufs, und zwar so grofs, dafs ich dem schwefelsauren Kupfer noch eine Proportion Wasser geben konnte; berechnete ich hingegen das Wasser, das ich von dem Salze, das aus schwefelsaurem Zink und schwefelsaurem Eisen bestand, erhalten hatte, auf das schwefelsaure Zink und schwefelsaure Eisen, so fand ich einen bedeutenden Verlust; rechnete ich aber auf das schwefelsaure Zink eine Proportion Wasser weniger, so war die Berechnung vollkommen richtig. Daraus folgt nun offenbar, dafs die Salzgemische, die als Rhomboëder krystallisiren, weder das schwefelsaure Kupfer, noch das schwefelsaure Zink so enthalten, wie es gewöhnlich vorkömmt, jenes mit fünf, dieses mit sieben Proportionen Wasser verbun-

bunden, sondern dafs sie in einer ganz andern Verbindung, nämlich mit sechs Proportionen Wasser darin vorkommen. Hat das schwefelsaure Eisen, Kupfer und Zink mit denselben Proportionen Wasser verbunden, dieselbe Krystallisation, so müssen schwefelsaures Kupfer und schwefelsaures Zink, wenn sie dieselben Proportionen Wasser, wie der Eisenvitriol, aufgenommen haben, auch seine Krystallisation annehmen.

2te Reihe. Was bei der ersten Reihe noch ungewifs erscheinen konnte, kann ich durch diese vollständig beweisen; es schien mir nämlich leicht möglich, dafs wenn ich jene schwefelsauren Salze, die fünf Proportionen Wasser enthalten, mit denen mischen würde, die sich mit sieben Proportionen verbinden, ich ein Salz erhalten würde, das sechs Proportionen Wasser enthielte, und dafs diese Verbindung ohne eine Spur Eisenvitriol zu enthalten, die Krystallisation des Eisenvitriols haben müsse. Drei Tripelsalze, die man leicht darstellen kann, bezeugen die Richtigkeit der Speculation. Das erste ist eine Verbindung des schwefelsauren Kupfers mit dem schwefelsauren Zink, es enthält von beiden fast gleiche Theile, sechs Proportionen Wasser und keine Spur von Eisen, und seine Krystallisation ist das Rhomboëder des Eisenvitriols; das zweite ist eine Verbindung des schwefelsauren Kupfers mit der schwefelsauren Talkerde; dies Salz ist so zusammen gesetzt, dafs die eine Hälfte der Schwefelsäure mit dem Kupferoxyde, die andere mit der Talkerde verbunden ist, es enthält keine Spur von Eisen und sechs Proportionen Krystallisationswasser; das dritte ist eine Verbindung des schwefelsauren Kupfers mit dem schwefelsauren Nickel, grade wie das vorige zusammen gesetzt, ohne Eisen mit sechs Proportionen Wasser krystallisirt es ebenfalls wie der Eisenvitriol. Auch das schwefelsaure Mangan habe ich mit jenen drei Salzen verbunden und Rhomboëder erhalten, aber in zu geringer Menge, um sie der chemischen Untersuchung unterwerfen zu können.

Ich habe es versucht, jene sieben schwefelsauren Salze mit andern schwefelsauren Salzen, in denen das Metall der Basis nicht mit zwei Volumina Sauerstoff verbunden ist, zu Tripelsalzen zu vereinigen; ich glaubte aus diesen Versuchen und andern, die ich bei andern Gelegenheiten angestellt hatte, schliefsen zu müssen, dafs, wenn die Salze dieselbe Krystallisation haben, sie mit einander in jedem Verhältnisse vereinigt vorkommen können, wie die kohlensauren Salze dieser Klasse in der Natur, und

die schwefelsauren in der Kunst, dafs aber, wenn sich zwei Salze von verschiedener Krystallisation zu einem Tripelsalze vereinigen, das Verhältnifs der beiden Salze in der Verbindung ein constantes seyn müsse, und ich hoffte, dafs wenn es mir gelingen würde, solche Tripelsalze zu bilden, ich dann alle sieben schwefelsauren Salze unter derselben Form erhalten würde; alle andere Versuche mislangen, nur mit dem schwefelsauren Ammoniak und dem schwefelsauren Kali erhielt ich solche Verbindungen, und zwar ganz wie ich sie vermuthet hatte; alle sieben schwefelsauren Salze bilden mit dem schwefelsauren Ammoniak sieben Tripelsalze, fünf derselben vereinigen sich mit dem schwefelsauren Kali, mit dem schwefelsauren Eisen nämlich und dem schwefelsauren Mangan konnte ich diese Verbindungen nicht hervorbringen. Diese zwölf Tripelsalze sind nach denselben Proportionen zusammen gesetzt, nur enthalten die Tripelsalze die die schwefelsauren Salze mit dem schwefelsauren Kali bilden, eine Proportion Wasser mehr, als die in denen das schwefelsaure Ammoniak mit ihnen verbunden ist. Alle diese zwölf Salze haben dieselbe Krystallisation; es müssen nämlich die Tripelsalze, die das schwefelsaure Ammoniak bildet, eine Proportion Wasser mehr enthalten, als die die das schwefelsaure Kali bildet, um mit ihnen gleiche Krystallformen zu zeigen; ich habe nämlich gefunden, dafs ein Salz welches das Kali mit einer Säure bildet ganz dieselbe Krystallisation habe, wie das Salz, das das Ammoniak mit derselben Säure und zwei Proportionen Wasser verbunden, bildet; das schwefelsaure Kali und schwefelsaure Ammoniak ist der beste Beweis für diese Uebereinstimmung; ihre Krystallisation ist von Bernhardi als die des schwefelsauren Ammoniaks beschrieben.

Ich wage es nicht zu bestimmen, ob nur jene sieben Metalloxyde und die Kalkerde, die ich auf die Auctorität des kohlensauren Kalks mit in diese Klasse aufnehme, zusammen gehören; es bildet das schwefelsaure Kadmium mit dem schwefelsauren Kali ein Salz, das vollkommen dieselbe Form hat wie die Tripelsalze dieser Klasse, das schwefelsaure Kadmium selbst liefs keine directe Vergleichungen zu.

Ist die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit gleichen Voluminibus Sauerstoff verbunden ist, dieselbe, so würde es interessant seyn durch irgend eine directe Beobachtung das was die Theorie als ausgemacht ansehen mufs, ob nämlich die Metalloxyde selbst auch nicht dieselbe Krystallisation haben, zu beweisen; kein Oxyd dieser

Klasse habe ich krystallisirt erhalten, doch bin ich im Stande, diese Aufgabe durch einen Versuch über die Salze zu lösen, in denen das Metall der Basis oder der Säure mit drei Proportionen Sauerstoff verbunden ist; der Magneteisenstein und Automolith machen es wahrscheinlich, dafs das Eisenoxyd und die Thonerde dieselbe Krystallisation in ihren Verbindungen zeigen; denn wir haben gesehen, dafs das Zinkoxyd und Eisenoxydul dieselbe Krystallisation hervorbringen; es mufs daher auch der andere Bestandtheil dieser beiden Verbindungen das Eisenoxyd (das rothe) und die Thonerde dieselbe Krystallisation in ihren Verbindungen zeigen. Mischt man vier Theile schwefelsaures Eisenoxyd (rothes) mit einem Theil schwefelsauren Kali, so erhält man ein Salz, das in schönen und grofsen Octaëdern krystallisirt, und ganz wie der Alaun zusammengesetzt ist, nur dafs es statt der Alaunerde Eisenoxyd (rothes) enthält. Eisenoxyd (rothes) und Alaunerde geben mit denselben Substanzen verbunden, Körper mit derselben Krystallisation; beide kommen in der Natur vor; jenes als Eisenglanz, diese als Kornud, und ihre Krystallisation nähert sich so sehr, dafs ihre Uebereinstimmung kaum zu bezweifeln ist.

Weder in das Einzelne der chemischen noch der krystallologischen Untersuchungen wage ich mich jetzt einzulassen, es mögen diese Versuche einiges Licht über die Zusammensetzung der kohlensauren Salze, des Granats, des Glimmers und anderer Fossilien geben; doch habe ich bei dem langsamen Gange dieser Untersuchungen so viele Erscheinungen gesehn, und so manche schöne Hoffnung sie zu erklären, dafs ich mich jetzt nicht weiter ausdehnen will, um nicht unbedachtsam unreife Conjecturen für Gesetze zu geben; nur das kann ich nicht verschweigen, dafs ich mich mit der Hoffnung schmeichle, dafs das Studium der Krystallisationen eben so sicher und bestimmt als die chemische Analyse das Verhältnifs der Bestandtheile der Körper angeben wird.

Fig. 1.

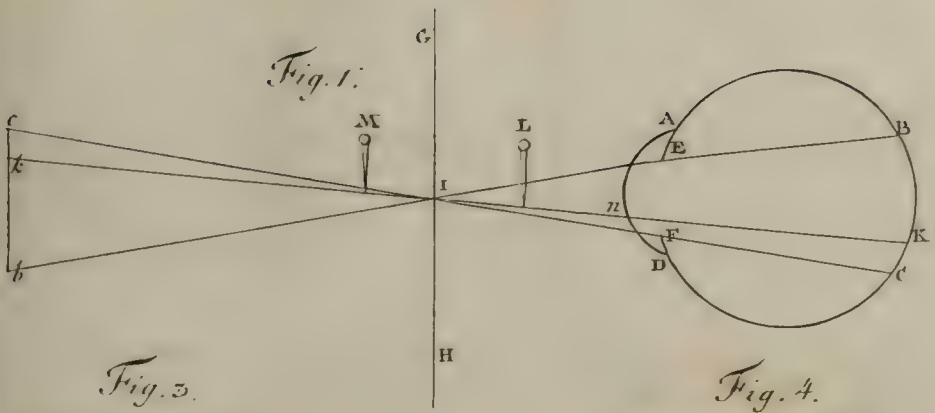
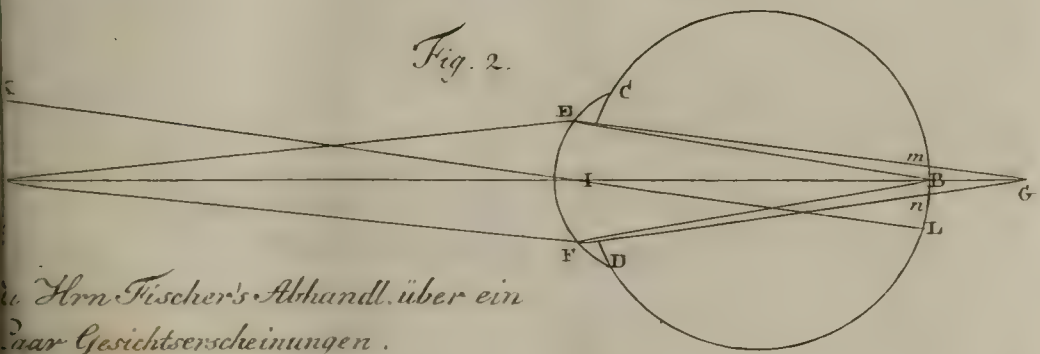



Fig. 3.

Fig. 4.

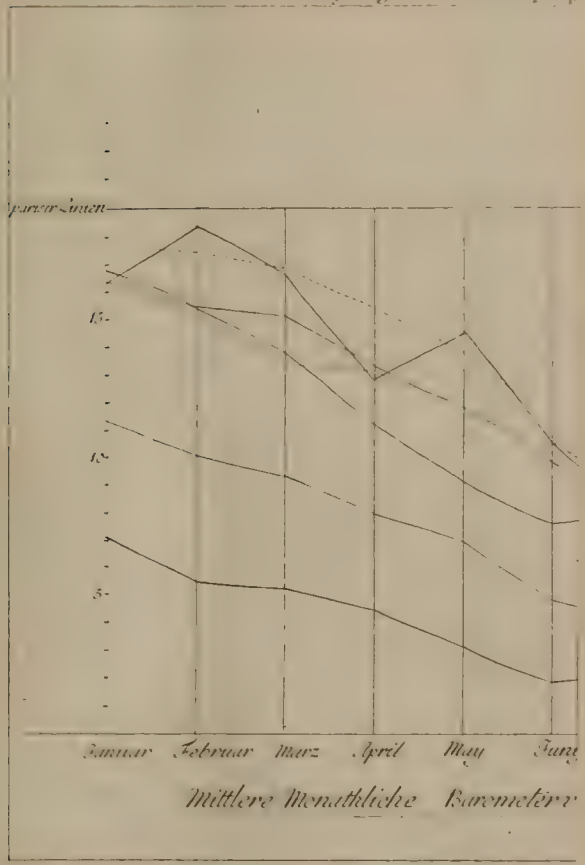
Fig. 2.



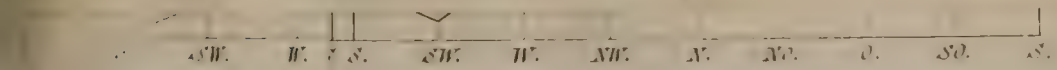

…u Hrn Fischer's Abhandl. über ein
…aar Gesichtserscheinungen.

…bhandl. 1818–19.

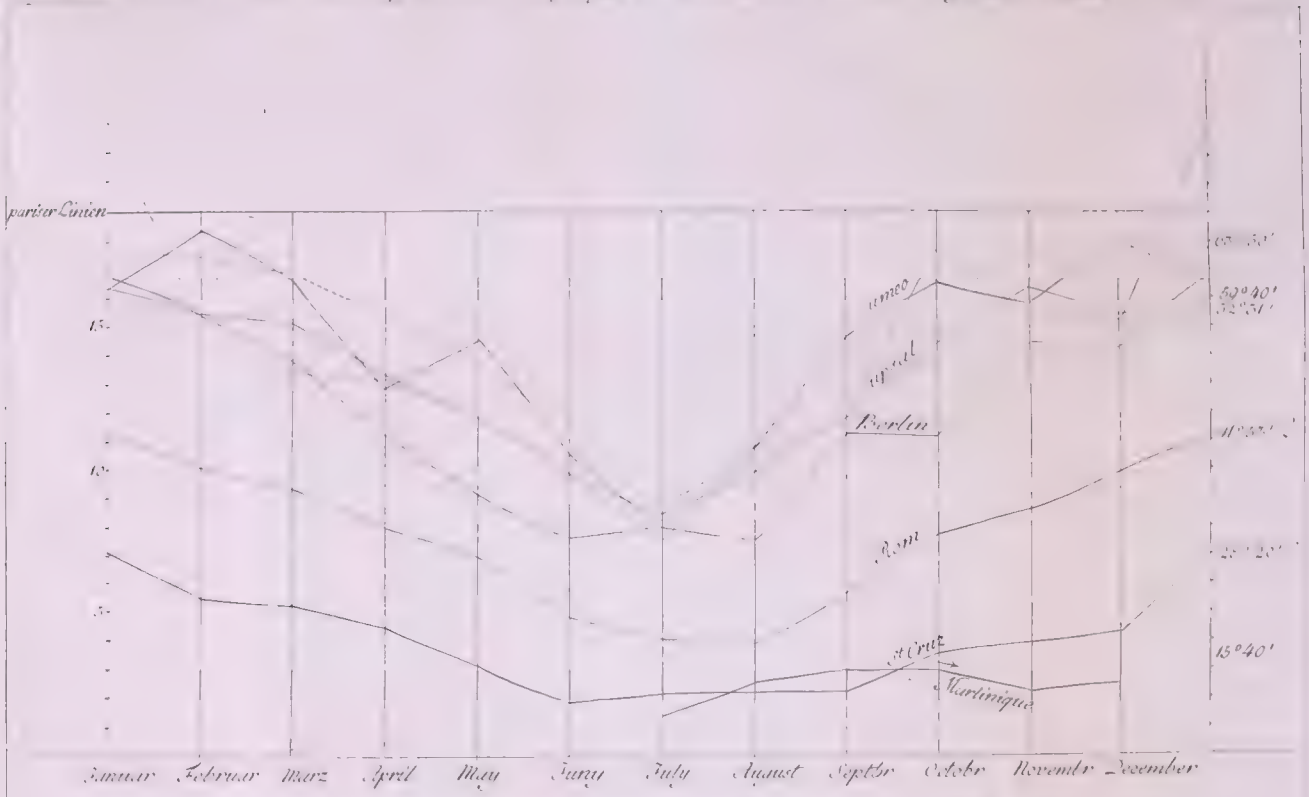
Zu Herrn von Buch's Abhandlung über die Bewegung




Mittlere Monathliche Barometerv



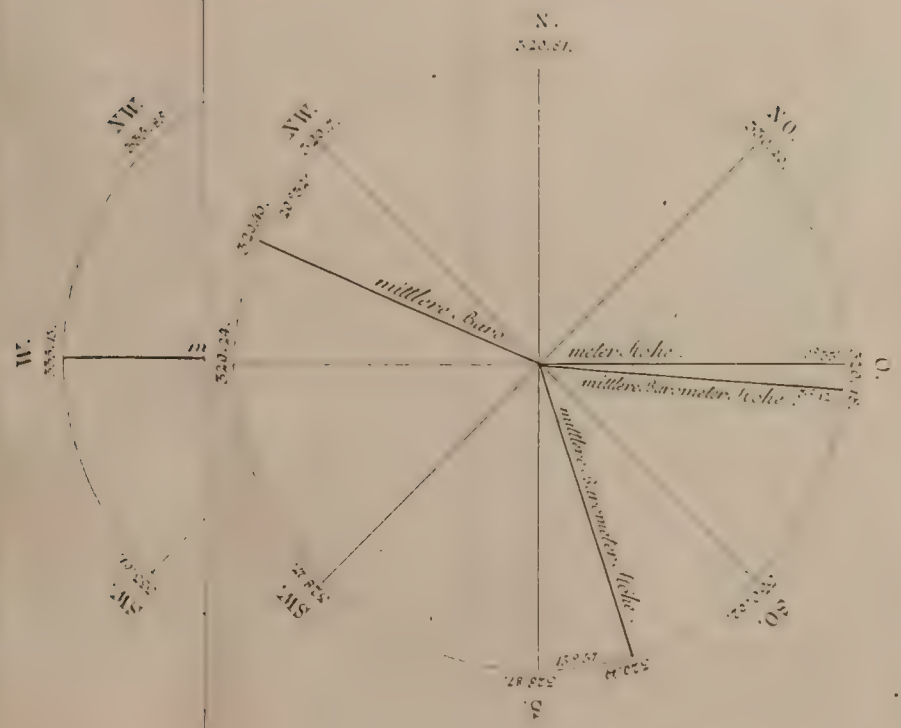
Zu Herrn von Buch's Abhandlung über die Bewegungen des Barometers zu Berlin. Physik. Klasse 1818 u.

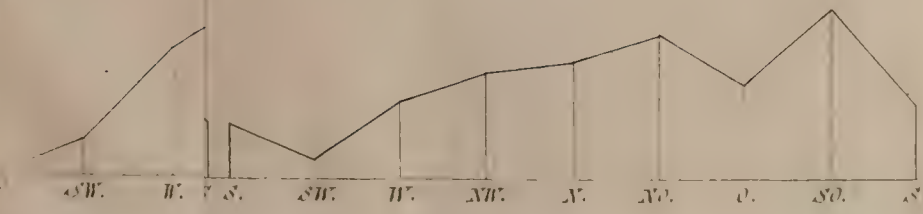



Mittlere Monathliche Barometervariationen in verschiedenen Breiten.

Zu Stamm von

Ofen.



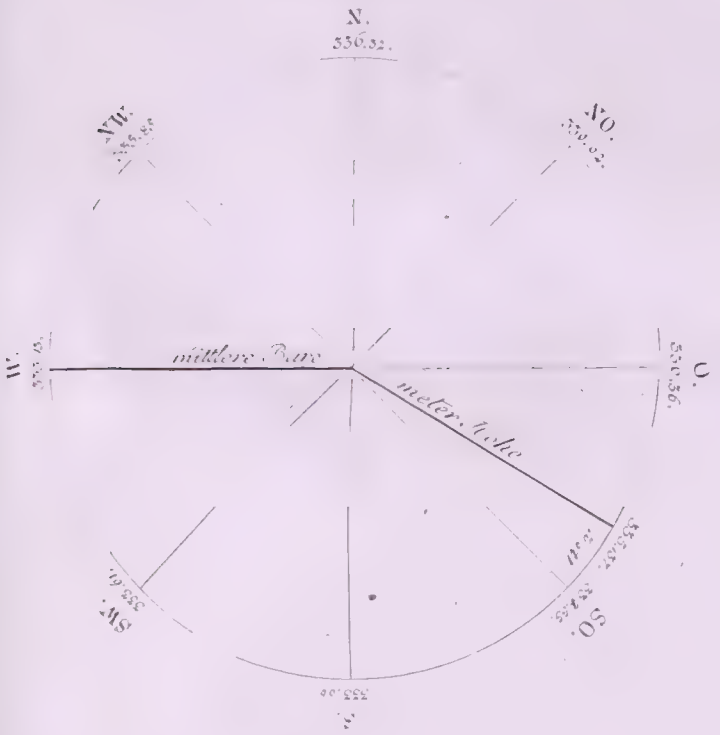



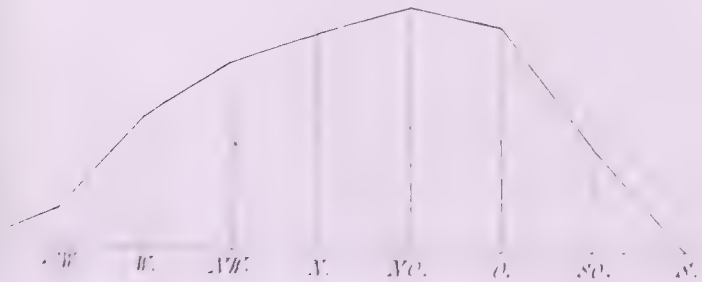
Zu Herrn von Buch's Abhandlung über Barometrische Windrosen No I. Physik. Klasse. 1818-19.

# Barometrische Wind-Rosen

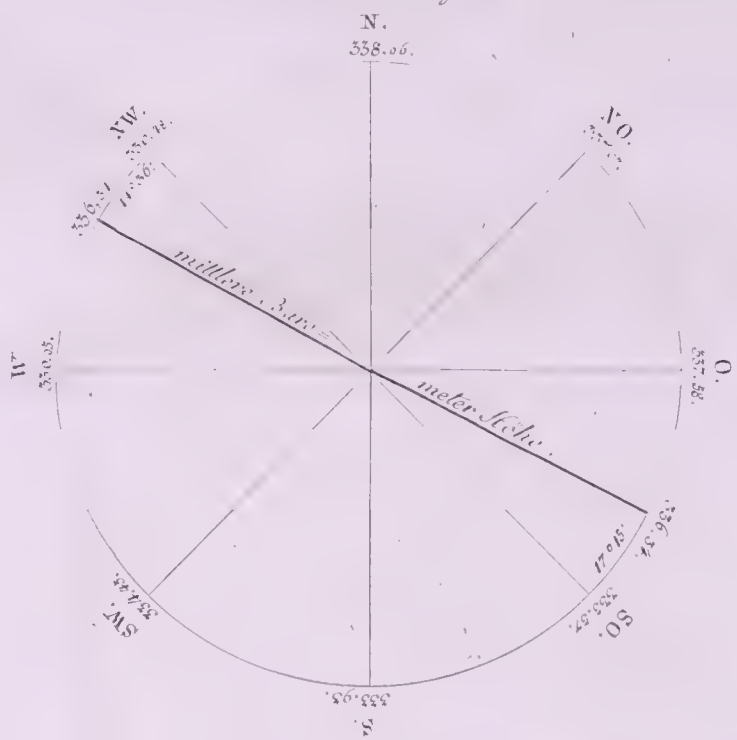
von

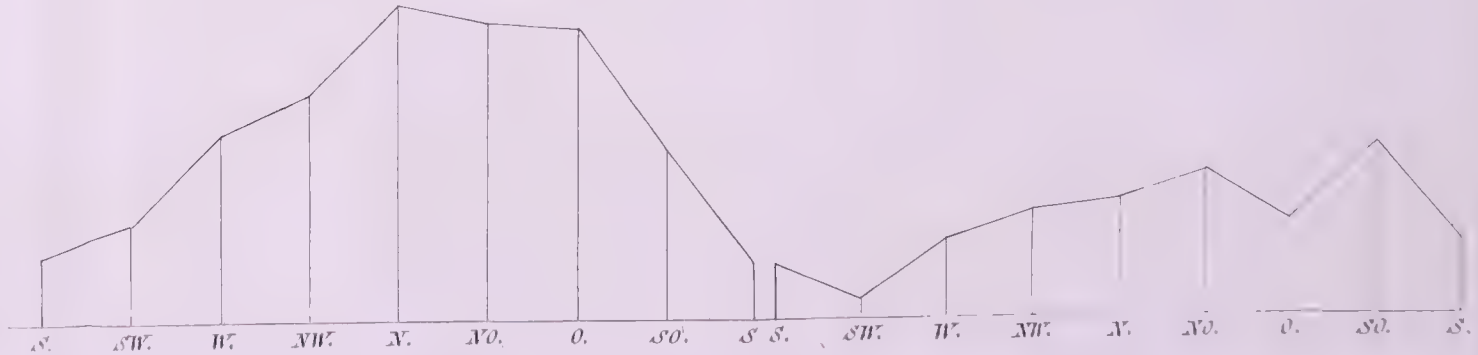
## Berlin.



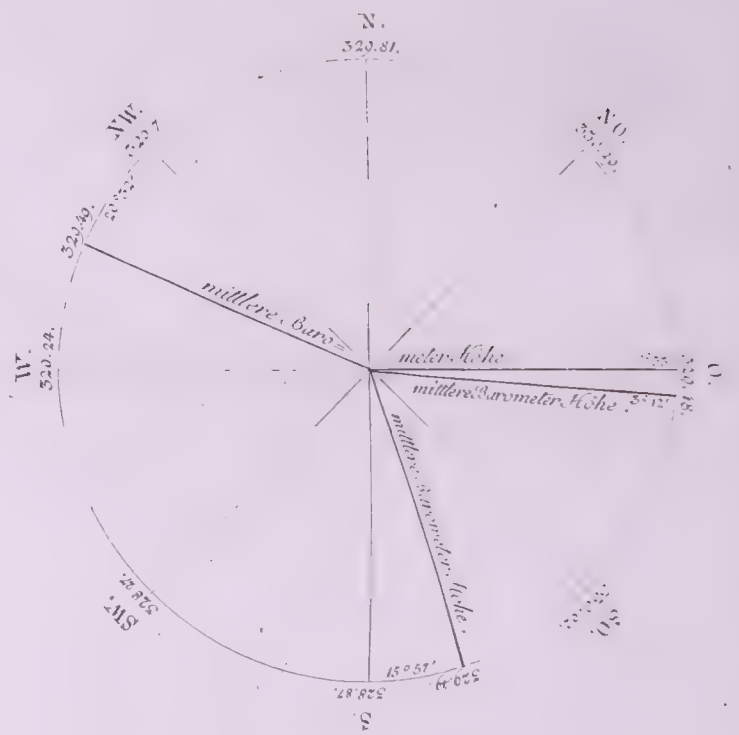




## Middelburgh.

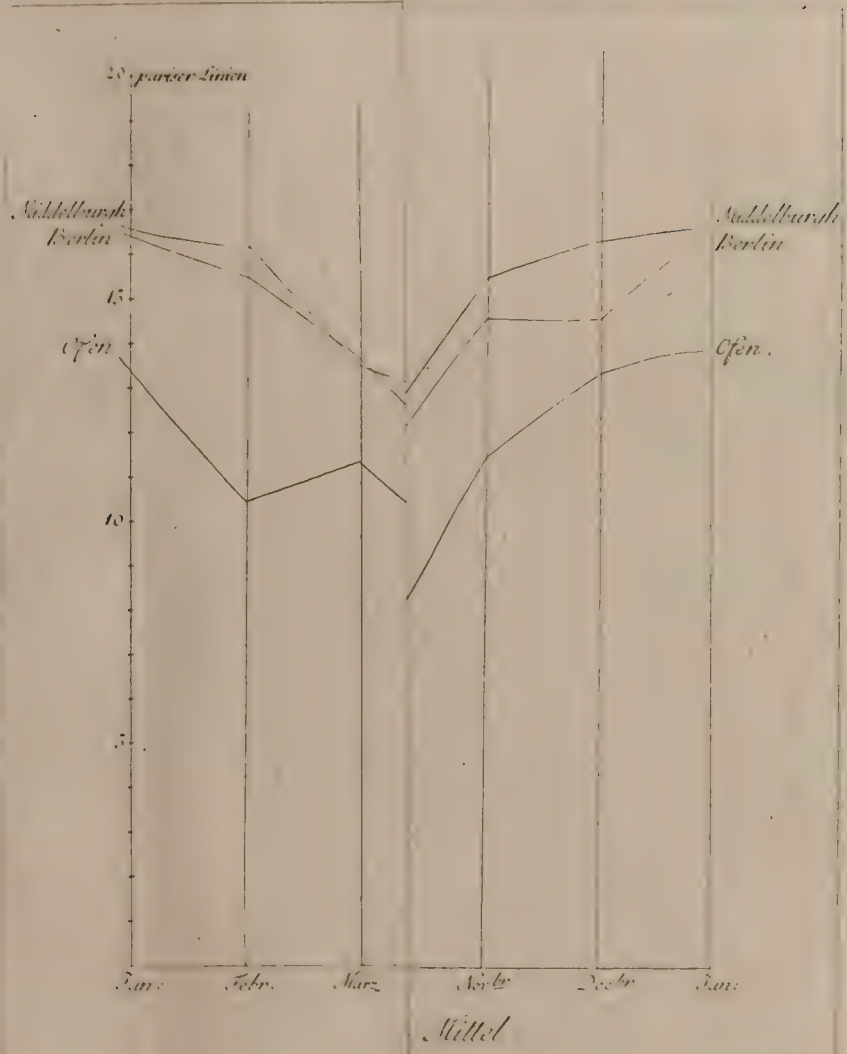


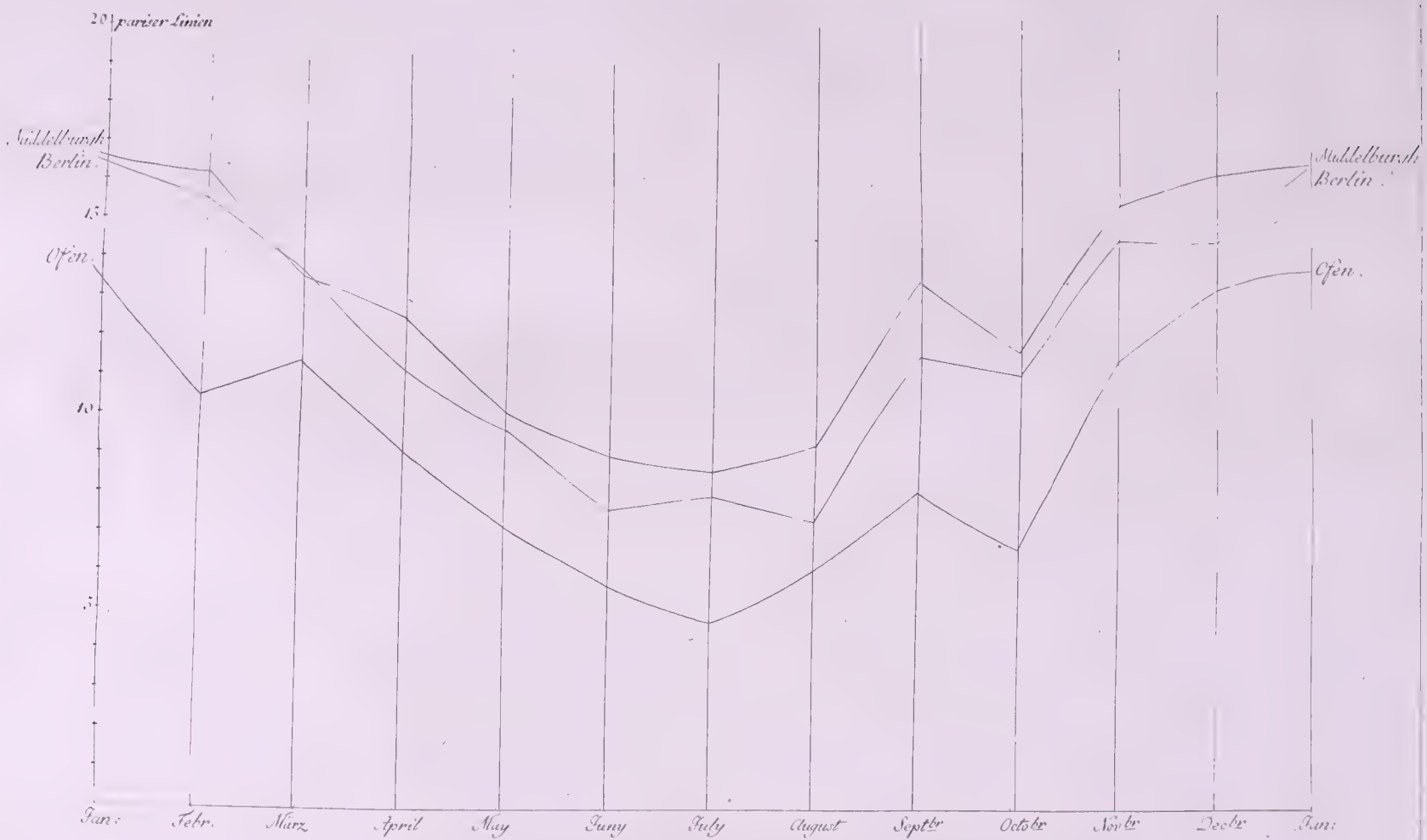




## Ofen.



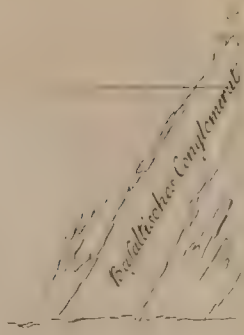
Zu Herrn von Buch's Abhandl: der





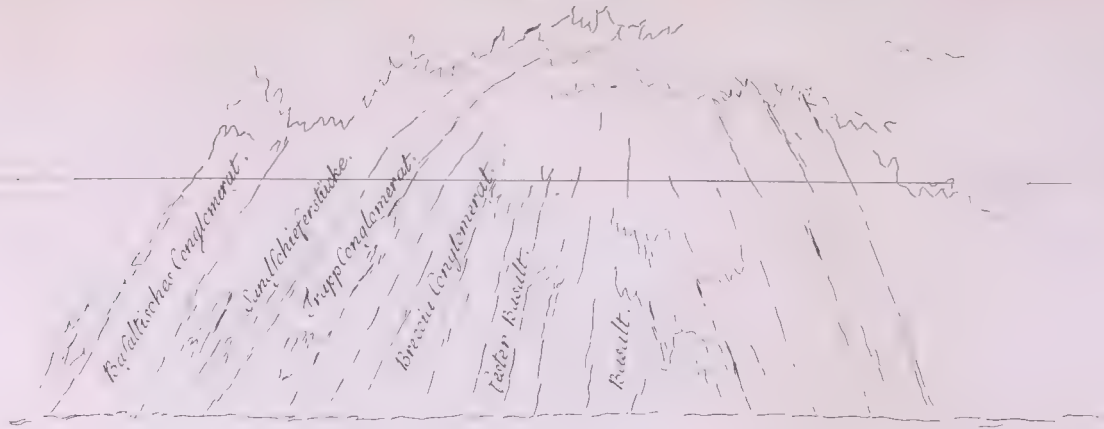

Curven der Barometer Variationen nach fünfjährigem Mittel.
von 1782 — 1786.

Zu Herrn von Buch's Abhandlun



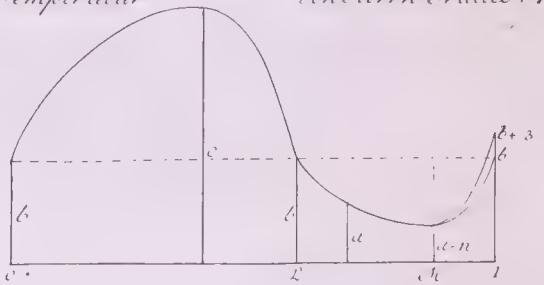

Figur zur Abhandl: über die

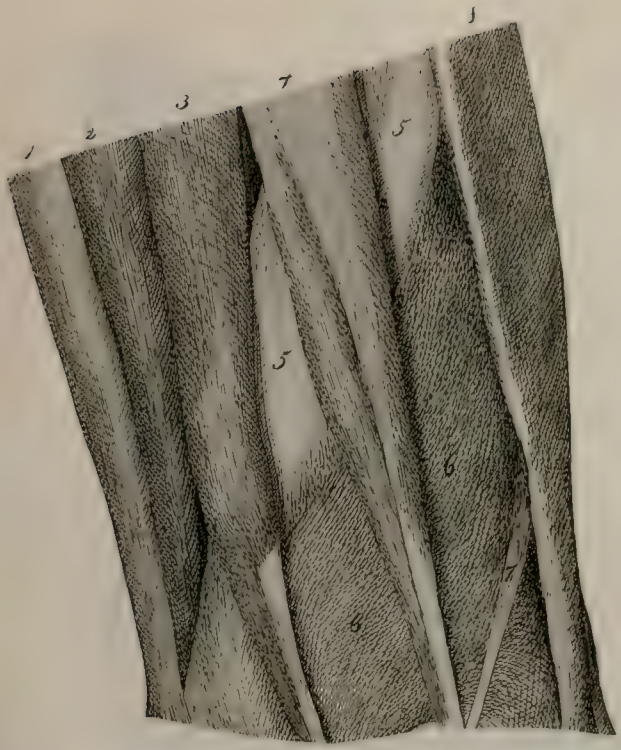
Tab

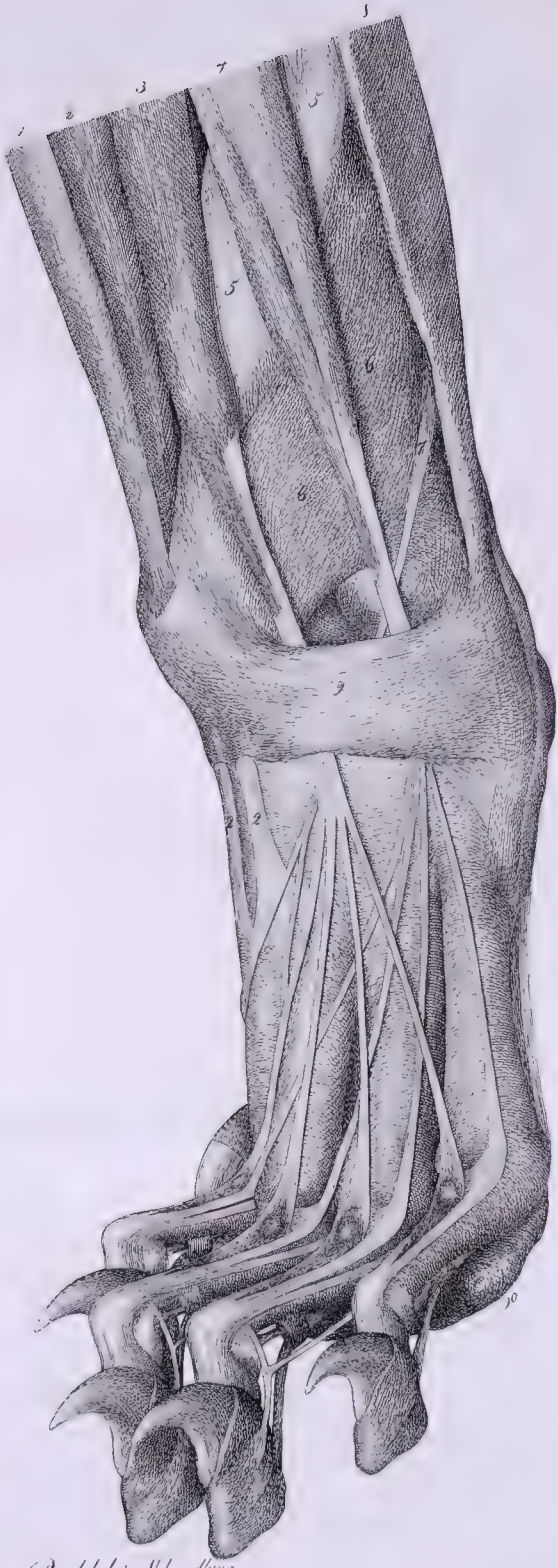



Berg bey Ober Wollmar unweit Cassel.

Figur zur Abhandl: über die mittlere Temperatur von Herrn Tralles. Phys. Klasse. S. 426.



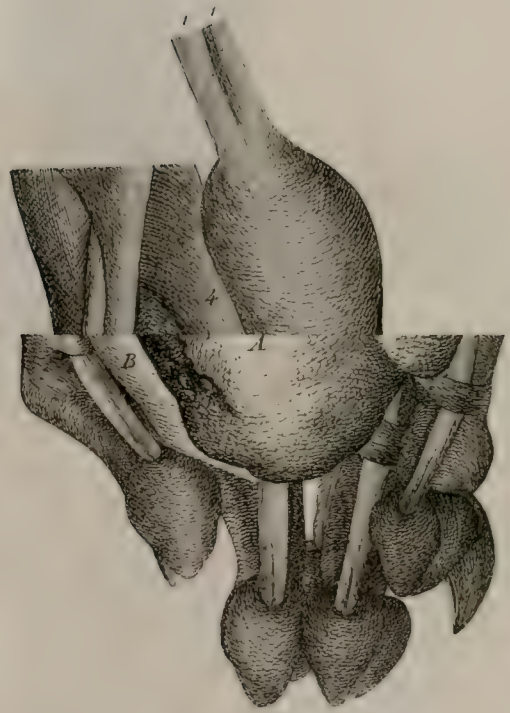

1
2
3
4
5
5
6
7
4




Zu Hrn. Rudolphi's Abhandlung
über die Anatomie des Löwen
Phys. Abhandl. 1818. A0. S. 130

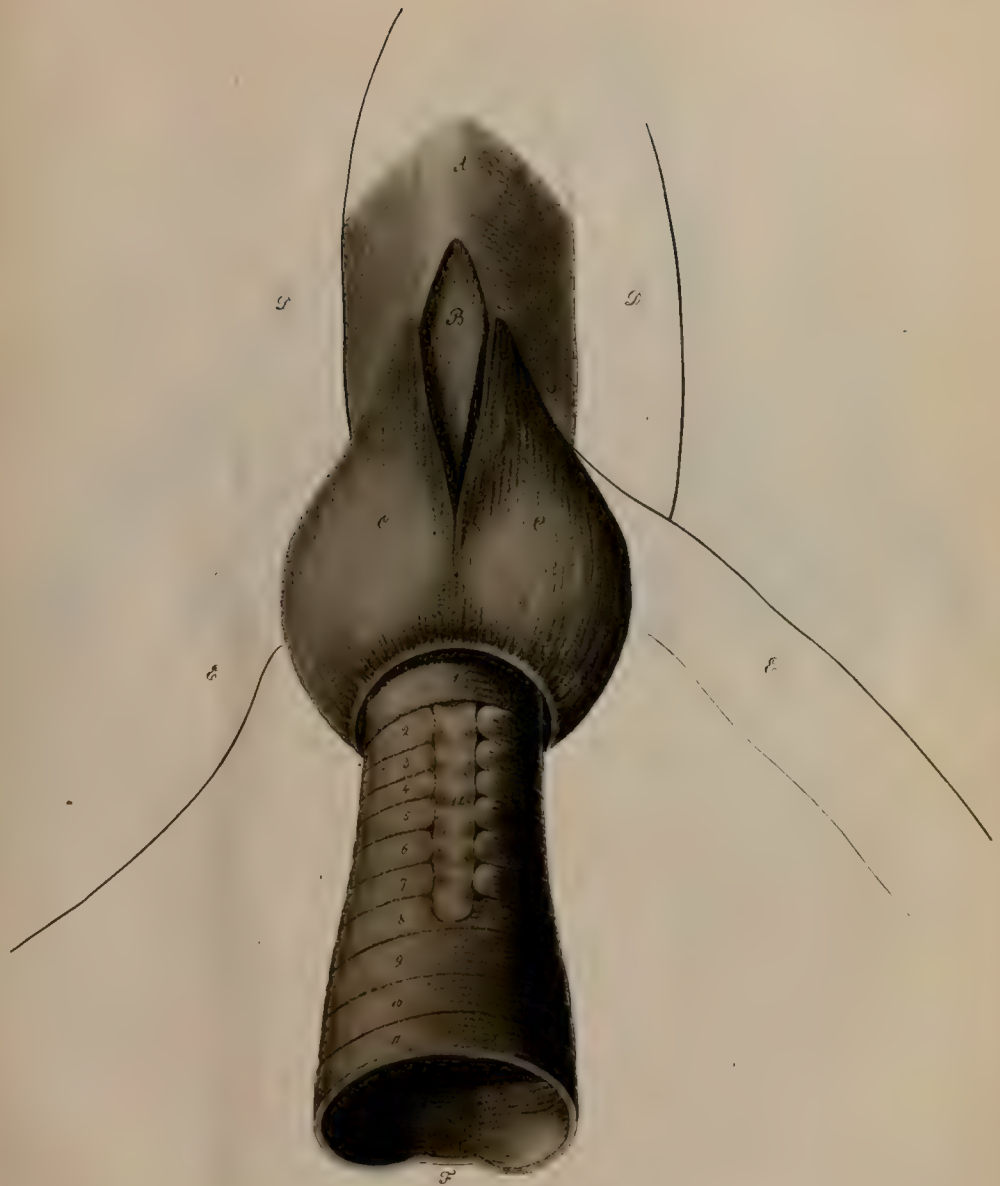
3
3
6b
6a
1
5
6
6

Zu Hrn. Rudolphis Abhandlung
über die Anatomie des Löwen
Phys. Klasse 1818 49. J. 150.

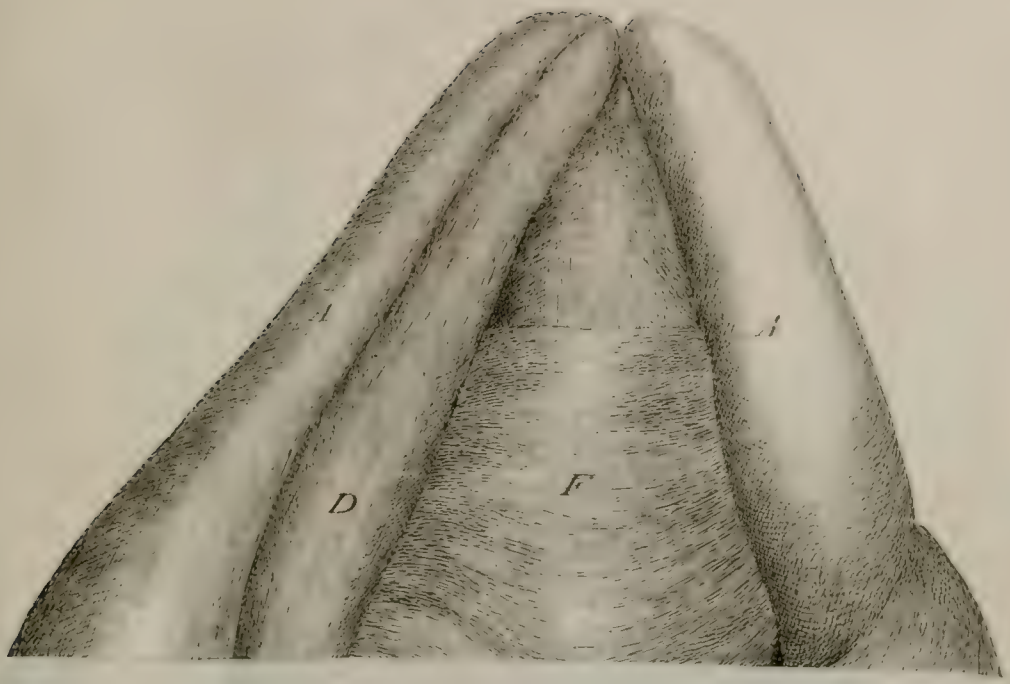


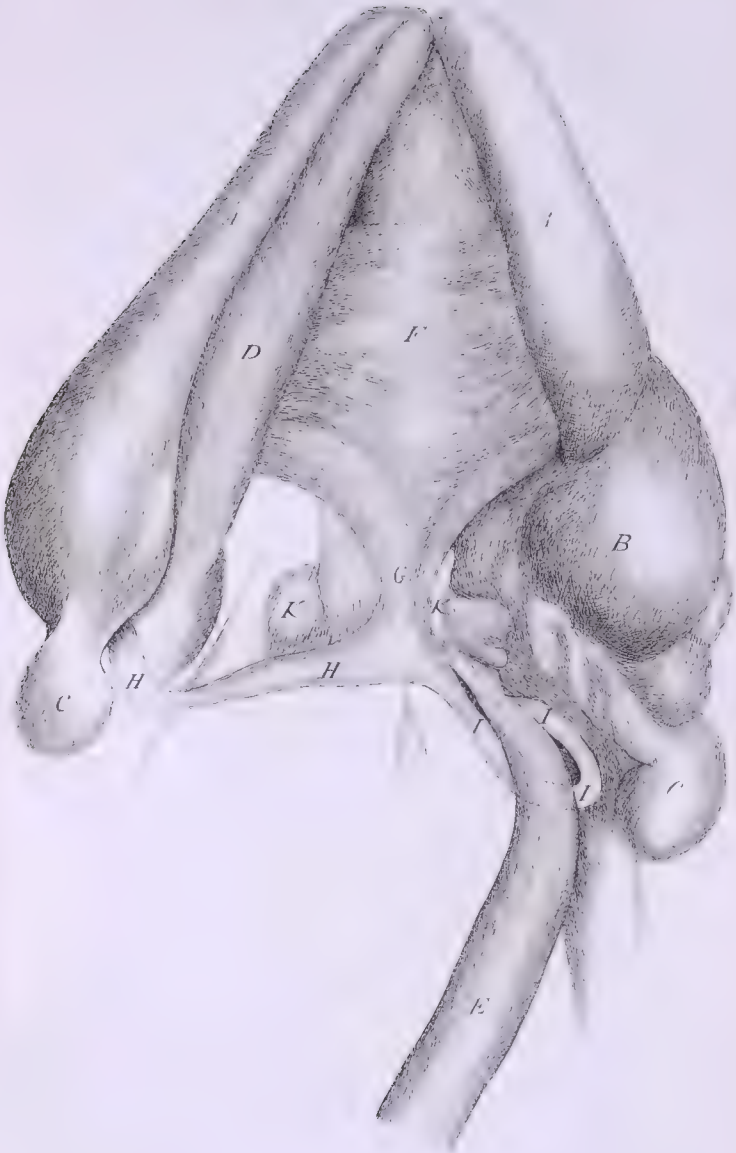

Zu Hrn: Rudolphi's Abhandlung:
über die Anatomie des Löwen
Phys. Klasse 1818–19 S. 150.

Zu Hrn: Rudolphi's Abhandlung
über die Anatomie des Löwen
Phys. Klasse 1818–19 S. 150.


A
B
C
D
E
F

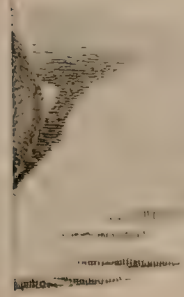
Tab: V






Zu Hrn. Rudolphi's Abhandlung:
über die Anatomie des Löwen.
Phys. Klasse 1818 – 19. S. 150

Tab. I.



zu der Abh: des Hr. Lichtenstein über die Ratten mit Platten Stacheln Phys: Klasse 1818 19 S: 196.

Tab. I.

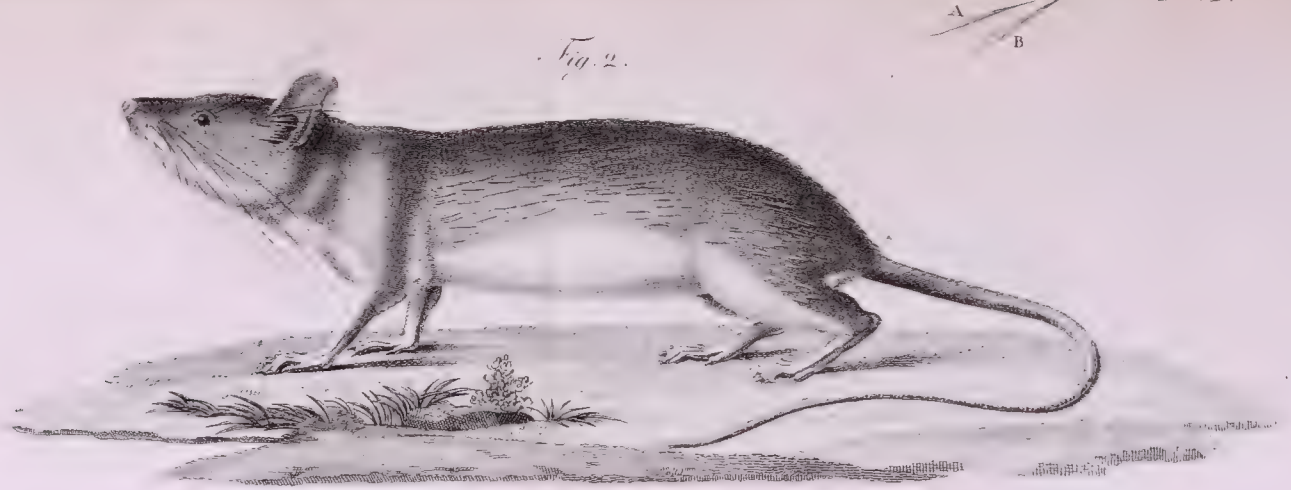



Fig. 2.

Fig. 1.

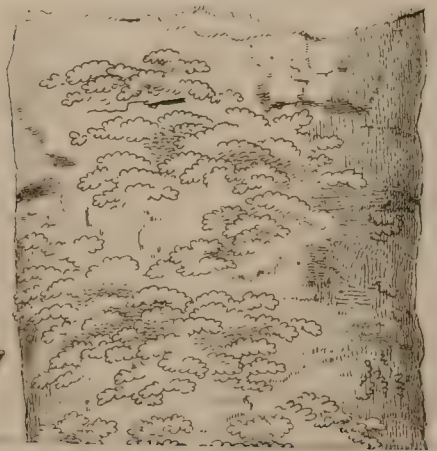
Fig. 1. Loncheres pateacea Ill.

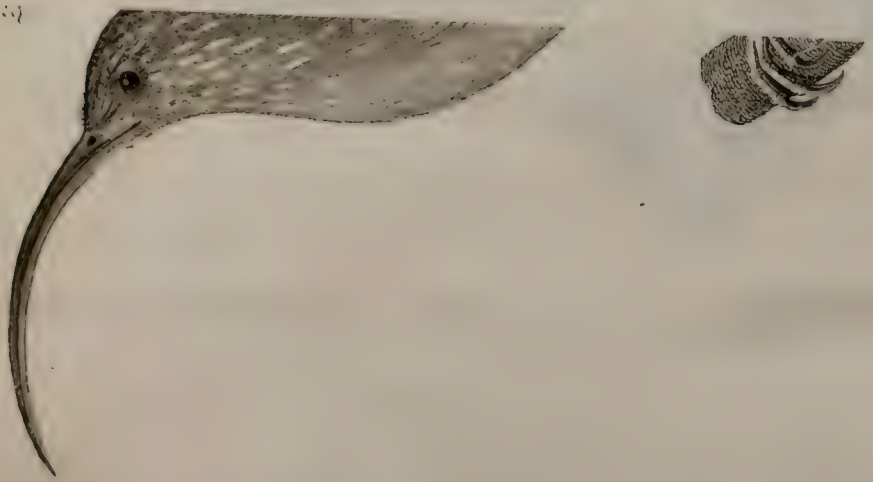
Fig. 2. Loncheres mysuris N.

L. Haas fecit

Zu Herrn Lichtenstein's Abhandlung. über die Gattung Dendrocolaptes Phys. Klasse 1818-19. S. 210.

Tab: II.







Dendrocolaptes

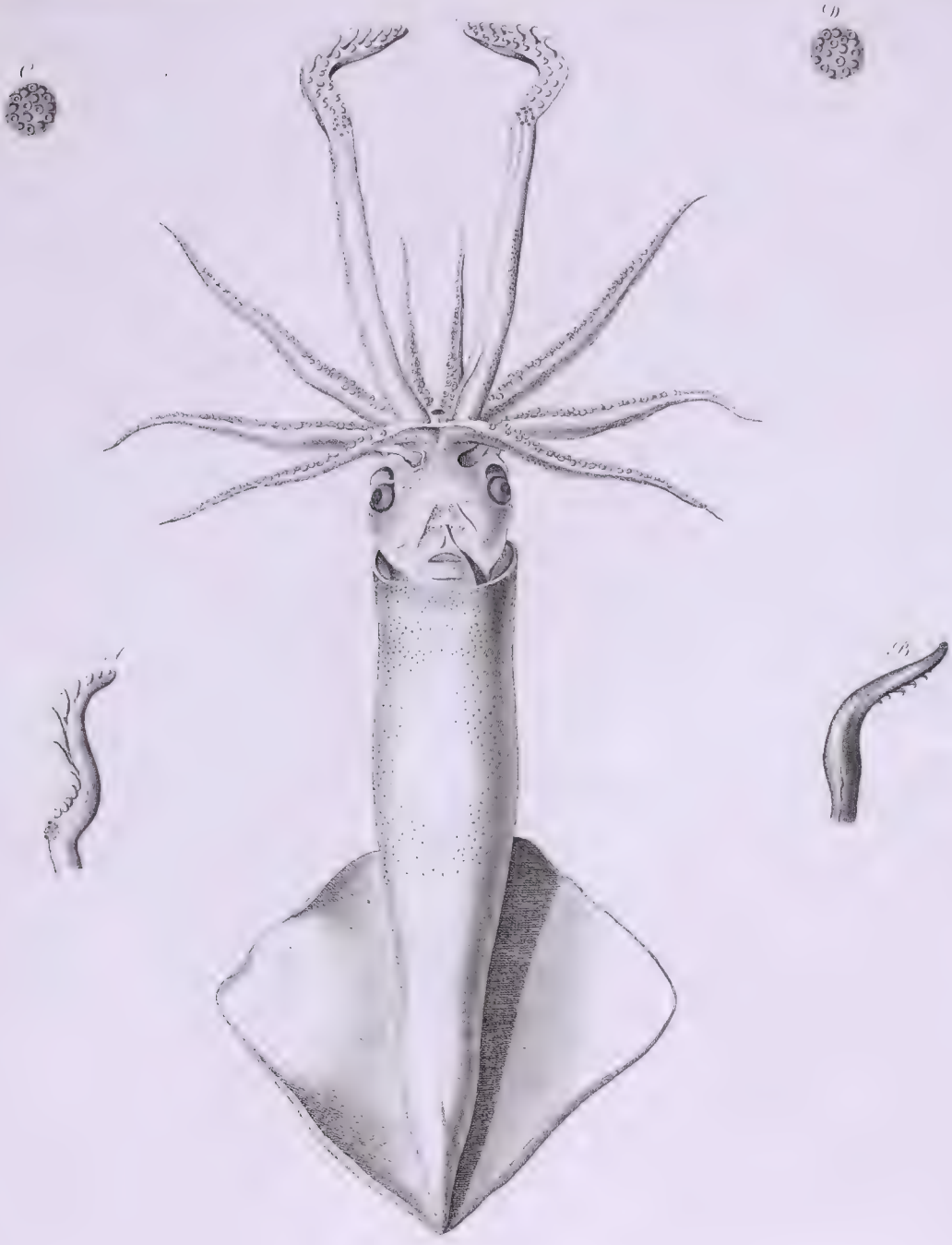
Dendrocolaptes trochilirostris.

Onychoteuthis Molinae

A. Ende des linken Fangarmes von der Außenseite

B. Dasselbe von hinten

C. D. Vergrößerte Sauger Gruppe der Handwurzel.

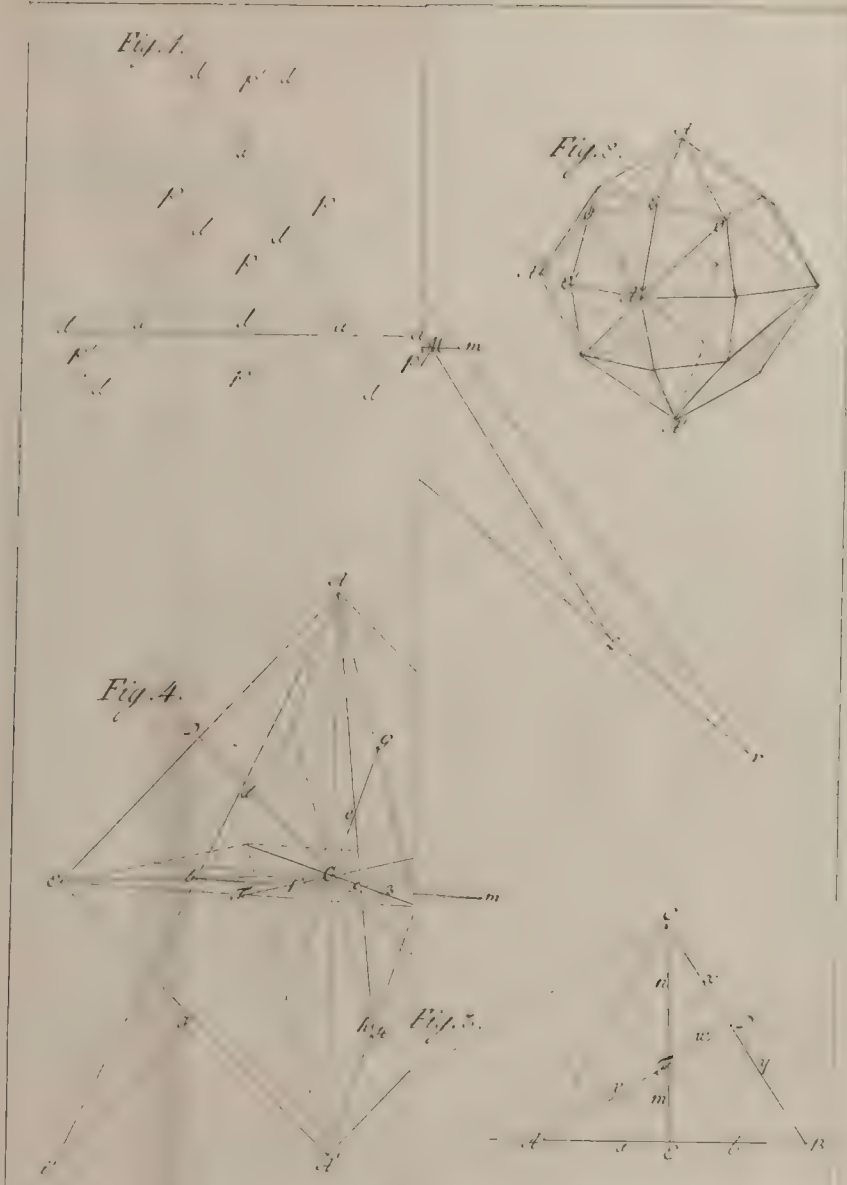



*Onychoteuthis · Molinae*

*A. Ende des linken Fangarmes von der Aussenseite*

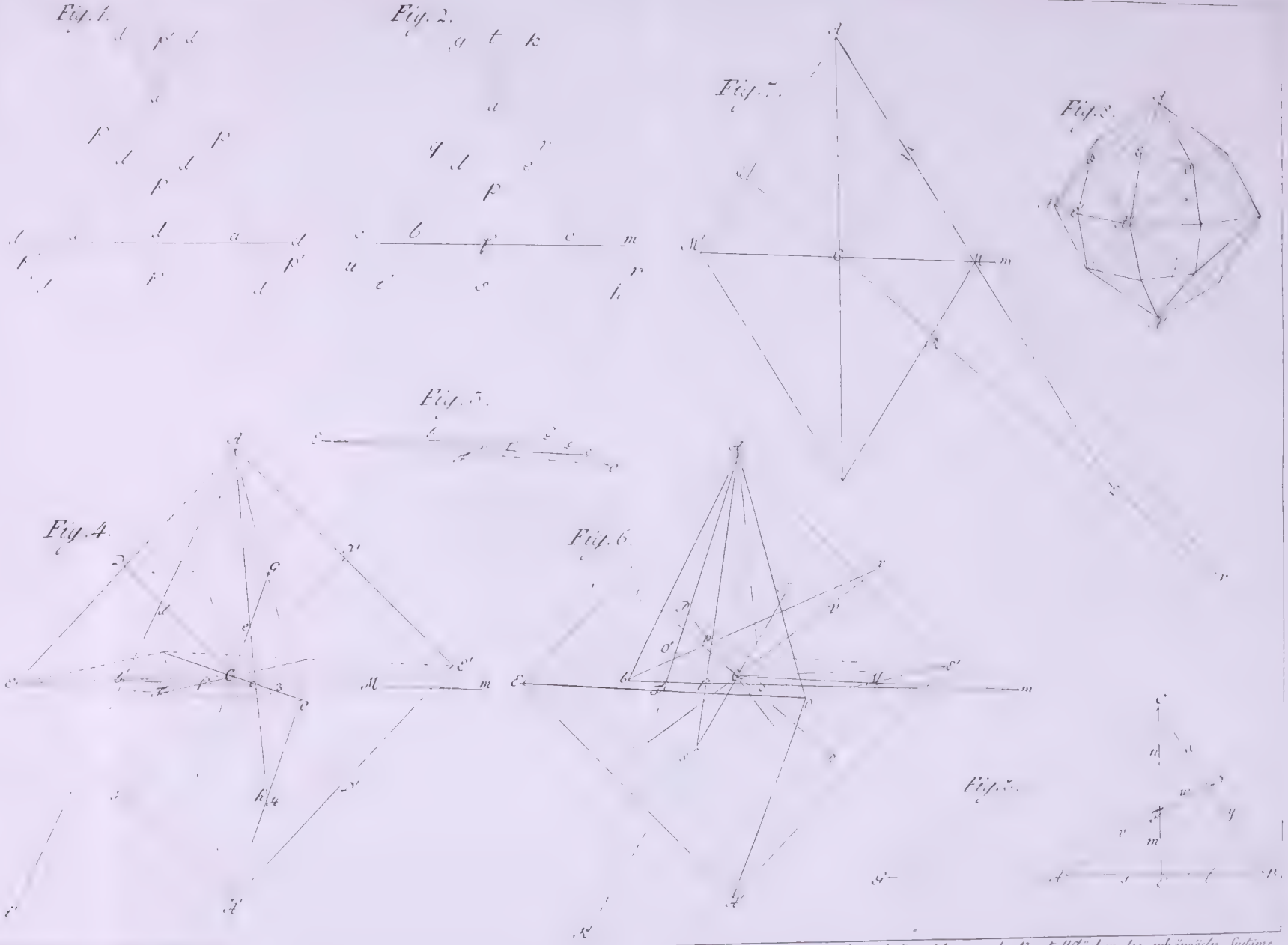
*B. Dasselbe von hinten*

*C. D. Vergrößerte Sauger = Gruppe der Handwurzel.*




ng der Krystallflächen des sphäroëdr. Systems.

Physikal. Klasse 18–19.




zu Hrn. Weiss Abh. ü. d. Bezeichnung der Krystallflächen des sphäroëdr. Systems.
Physikal. Klasse 18–19.

Fig. 1.

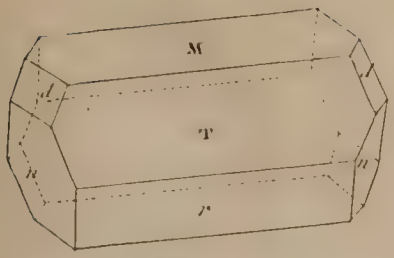



Fig. 2.

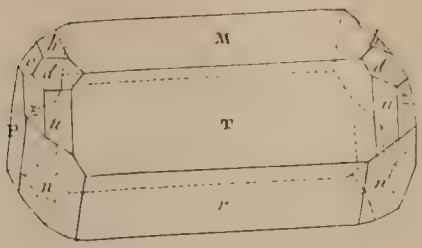



Fig. 3.

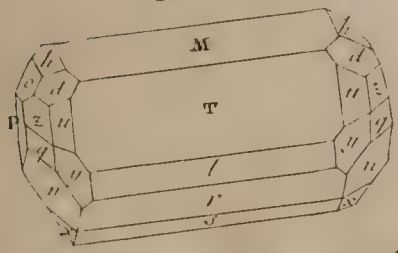



Fig. 4.

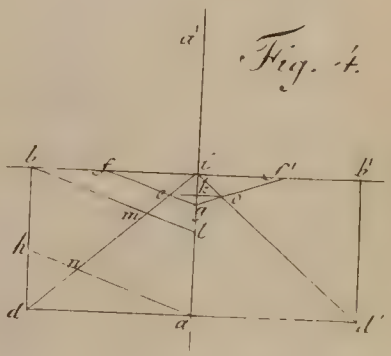


Fig. 6.

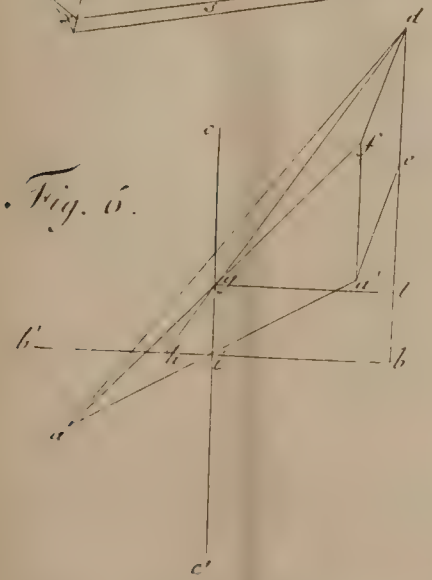
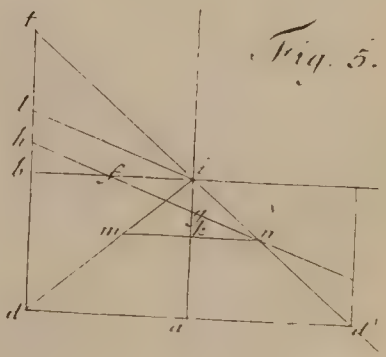
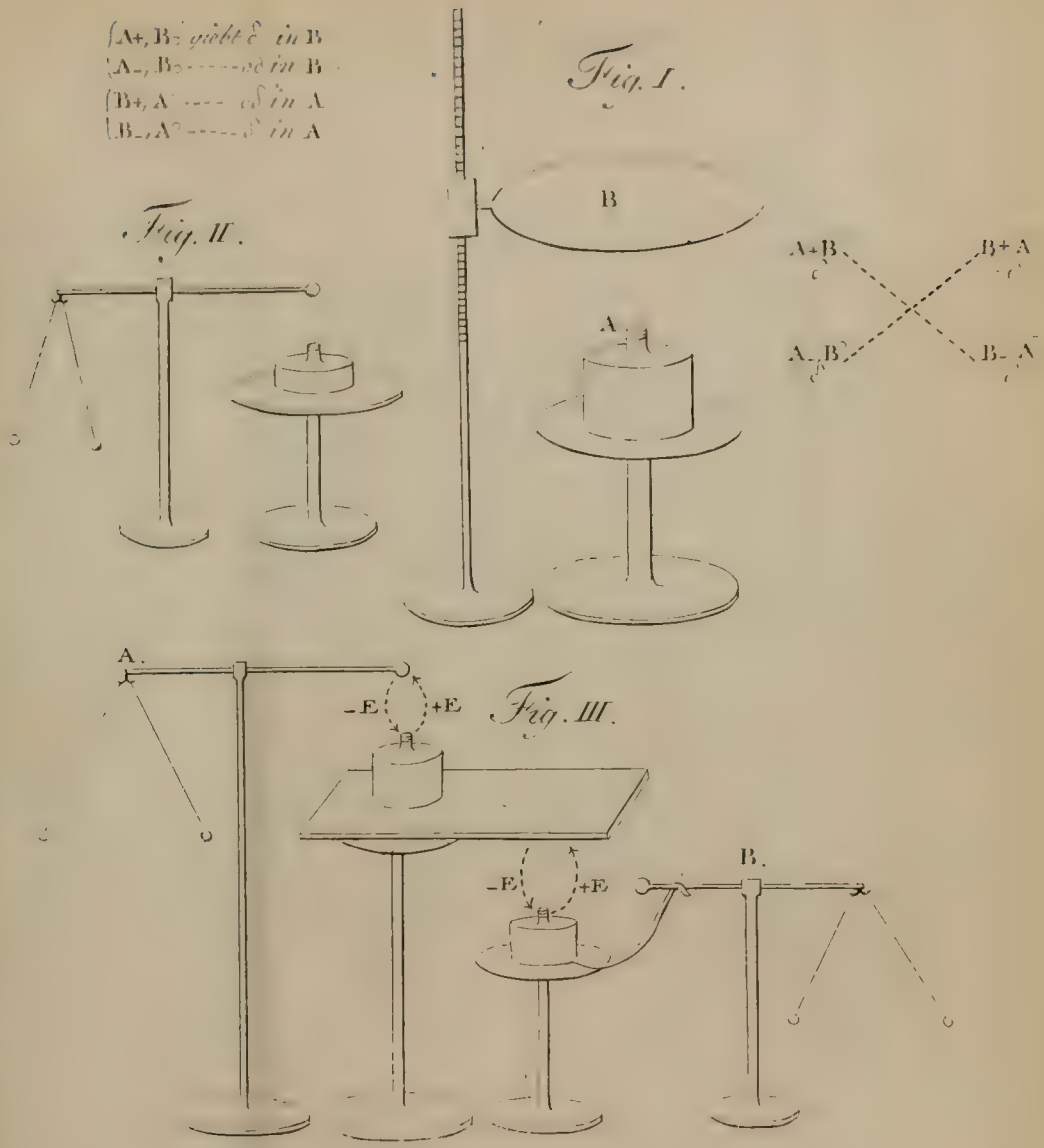


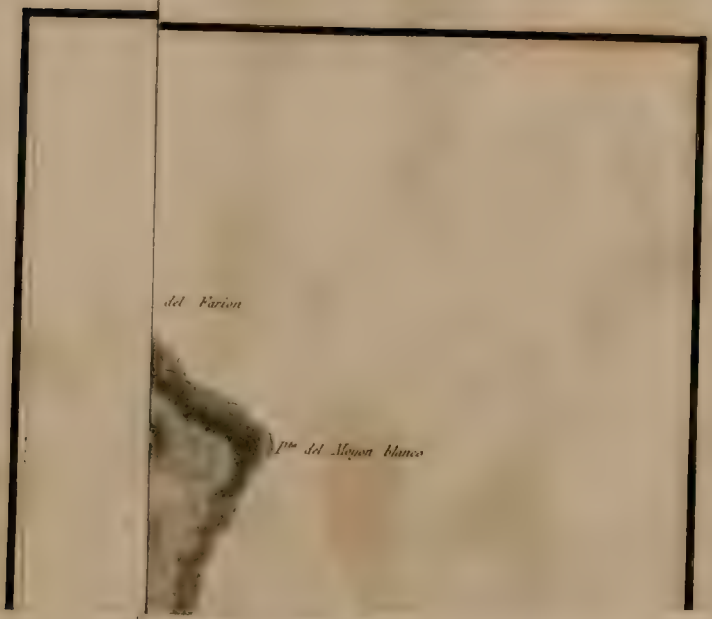
Fig. 5.



Zu Hrn Weiss Abhandlung über den Epidot.




*Zu der Abhandlung des Hrn Erman über eine eigenthümliche reziproke Wirkung der beiden elektrischen Thätigkeiten.*


del Farion
Pte del Mogon blanco

# LANZAROTE

von

**LEOPOLD von BUCH.**

*Gest. von* **CARL MARE** *in Berlin*

MDCCCXX

# Abhandlungen

der

# mathematischen Klasse

der

Königlich-Preufsischen

# Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1818—1819.

---

Berlin

bei Georg Reimer.

1820.

# Inhalt.


1. Eytelwein's Anordnung der Thorflügel bei den Blankenschleusen . . . . Seite 1

2. Desselben Untersuchungen über die Bewegung des Wassers, wenn auf den Widerstand, welcher diese Bewegung längs den Wänden der Behältnisse verzögert, Rücksicht genommen wird. (Zweite Fortsetzung.) . . . . . — 9

3. Bessel's Bestimmung der geraden Aufsteigungen der 36 Maskelyneschen Fundamental-Sterne für 1815, auf Königsberger Beobachtungen gegründet . . . . . — 19

4. Gruson's Auflösung einer geometrischen Aufgabe . . . . . — 37

5. Tralles Algebraische Bestimmungsmethode der Länge, Breite und Azimuthe bei geodätischen Vermessungen . . . . . — 49

6. Derselbe, über die Erwärmung der Erde von der Sonne . . . . . — 57

Ueber

# die Anordnung der Thorflügel bei den Blankenschleusen.

Von Herrn Eytelwein.*)

Es gehörte bisher zu den schwierigsten Aufgaben der Hydrotechnik, die Stemmthore einer Schleuse mit Leichtigkeit zu öffnen, wenn vor denselben das Wasser merklich höher als unterhalb stand, und eben so schwierig war es, geöffnete Stemmthore zu schliefsen, wenn das Wasser durch die Schleusen nur mit einiger Heftigkeit strömte. Nur Schleusen mit Fallschützen konnte man willkührlich öffnen und schliefsen; weil aber von denselben keine Anwendung zur Schiffahrt gemacht werden kann, und nur Stemmthore geeignet sind, grofse Wassermassen in einer bedeutenden Breite frei abzulassen, so war bisher das Bestreben der Hydrotekten vorzüglich dahin gerichtet, die Bewegung der Stemmthore mit Leichtigkeit zu bewirken, um dadurch zugleich in den Stand gesetzt zu werden, solche als Spülschleusen zu gebrauchen, oder durch ihre Anlage in den Deichen, bei eintretender Wassersgefahr, zerstörende Durchbrüche zu vermeiden.

Es ist nicht die Absicht, die verschiedenen Mittel näher zu beschreiben, welche bisher theils vorgeschlagen, theils zur Ausführung gebracht sind, Stemmthore unter den vorausgesetzten Umständen zu öffnen oder zu verschliefsen; vielmehr wird man sich hier nur auf die sehr einfache Vorrichtung beschränken, welche der Königl. Niederländische General-Inspektor Herr Blanken Janz in einer Schrift: *Nieuw Ontwerp tot het bouwen van*

*) Vorgelesen am 7. Mai 1818.

*min kostbare Sluizen, welke alle de vereischten der bekende Sluizen bezitten*, etc. *s' Gravenhage* 1808 beschrieben hat und von welchen bereits mehrere mit Nutzen in Holland ausgeführt sind.

Das Wesentliche dieser wichtigen Erfindung des Herrn Blanken besteht in der Anordnung der beiden Stemmthore DE, D'E' Figur 1, welche geschlossen in die Lage DJ, D'J', und geöffnet in die Lage DB, D'B' kommen. Zur Vereinfachung der Beschreibung wird hier nur die Anordnung des einen Stemmthors DE erklärt werden, weil bei dem zweiten D'E' eine gleiche Vorrichtung statt findet. Mit dem Stemmthore DE, welches sich um die Zapfen bei D dreht, ist ein Kammerthor DF von gleicher Höhe aber gröfserer Breite so verbunden, dafs beide Thore in jeder Lage unverändert einerlei Winkel EDF mit einander bilden, weshalb zur Erleichterung der Bewegung des Kammerthors DF, in der Schleusenwand die Thorkammer BOD so angebracht ist, dafs wenn das Stemmthor in die Lage DB kommt, das Kammerthor in DO fällt, so dafs während seiner Bewegung von B nach O, der Spielraum zwischen dem Ende F des Thors und der Kammerwand BO, so klein wie möglich werde. Von dem Ende der Schleusenwand bei K geht ein überwölbter Kanal KL und vom entgegengesetzten Ende bei N ein zweiter Kanal NM nach der Thorkammer BOD, welche beide bei L und M mit Fallschützen verschlossen werden können.

Diese Anordnung hat noch den besondern Vortheil, dafs es ganz einerlei ist, ob das Wasser im Kanal AA' höher als bei GG' oder umgekehrt höher steht, weil in beiden Fällen das Oeffnen und Verschliefsen der Stemmthore mit Leichtigkeit bewirkt werden kann.

Wäre das Wasser im Kanal AA' höher als im Kanal GG', und man wollte die geschlossenen Stemmthore, welche sich in der Lage DJ und DJ' befinden, öffnen, so wird der Kanal KL bei L verschlossen und der Kanal MN bei M geöffnet, das Wasser der Thorkammer läuft ab bis zur Höhe des Unterwassers, der Wasserdruck gegen das breitere Kammerthor DF wird gröfser als gegen das Stemmthor DE, und die Schleuse mufs sich öffnen. Soll die geöffnete Schleuse wieder verschlossen werden, so wird der Kanal MN bei M zugesetzt und bei L geöffnet, wodurch gegen den Hintertheil des Kammerthors ein gröfserer Druck als gegen den Vordertheil, also ein Verschliefsen der Stemmthore, erfolgt.

Wenn hingegen das Wasser im Kanal bei GG' höher als bei AA' steht und das Stemmthor ist offen, also in der Lage DB, so darf nur der Kanal

KL bei L verschlossen und der Kanal MN bei N geöffnet werden, um durch den gröfsern innern Druck auf das Kammerthor das Stemmthor zu verschliefsen; so wie zum Oeffnen desselben nur das Wasser aus der Thorkammer durch den Kanal LK abgelassen werden darf.

Die beschriebene Anordnung dieser Thore setzt voraus, dafs unter allen Umständen gegen das Kammerthor ein gröfserer Wasserdruck als gegen das Stemmthor erfolge. Es läfst sich aber leicht einsehen, dafs es Fälle geben kann, in welchen die nicht zureichend vermehrte Breite des Kammerthors das völlige Oeffnen des Stemmthors nicht bewirken kann, weil das Stemmthor aufser dem hydrostatischen Druck zugleich dem Stofse des mit beträchtlicher Geschwindigkeit anfallenden Wassers ausgesetzt ist, so wie es umgekehrt einen unnützen bedeutenden Kostenaufwand verursacht, wenn das Kammerthor und die Thorkammer gröfser gemacht werden, als solches die übrigen Umstände erfordern.

Zur Ausmittelung der zureichenden Breite des Kammerthors und unter Voraussetzung der vorhin beschriebenen Einrichtung dieser Schleusen, welche den Namen Blankenschleusen erhalten haben, bezeichne mit Bezug auf die schon angeführte Figur:

a die Breite des Stemmthors DE;

b die Breite des Kammerthors DF;

h die Höhe des Oberwassers AA′ über dem Unterwasser GG′ oder die Stauhöhe;

k die Tiefe des Unterwassers an dem Stemmthore;

$\alpha$ = BDJ den Winkel, welchen das geschlossene Stemmthor DE mit der Seitenwand AG der Schleuse und

$\varphi$ = BDE den Winkel, welchen das zum Theil geöffnete Stemmthor DE mit dieser Seitenwand bildet;

m die Wassermenge, welche in jeder Sekunde durch die Oeffnung EE′ der zum Theil geöffneten Stemmthore abfliefst;

m′ die Wassermenge, welche zum Stofse gegen das Stemmthor DE gelangt, und

v die mittlere Geschwindigkeit des Wassers oberhalb der Stemmthore bei AA′.

Man ziehe AA′ und EH auf AG winkelrecht, so findet man $EH = a \sin \Phi$ und $AA' = 2a \sin \alpha$, also die Weite der Oeffnung

$$EE' = AA' - 2.EH = 2a(\sin \alpha - \sin \Phi).$$

Unter der Voraussetzung, dafs der Abfluſs des Wassers bei EE′ durch hinreichenden Zufluſs bei AA′ ersetzt werde, findet man nach meiner Hydraulik §. 139. die bei EE′ abfliefsende Wassermenge

$$m = 5(\tfrac{2}{3}h + k).EE'.\sqrt{h} = 10a(\tfrac{2}{3}h + k)(\sin \alpha - \sin \Phi)\sqrt{h}.$$

Nun ist der Zufluſs bei AA′ dem Abfluſs bei EE′ gleich, daher findet man auch die Wassermenge

$$m = v(h + k).AA' = 2av(h + k)\sin \alpha.$$

Beide Ausdrücke für m mit einander verbunden und daraus die Geschwindigkeit entwickelt, giebt

$$v = \frac{5(\tfrac{2}{3}h + k)(\sin \alpha - \sin \Phi)\sqrt{h}}{(h + k)\sin \alpha}.$$

Der Stoſs des Wassers auf das Stemmthor DE nach der Richtung AG sey p und m′ die Wassermenge, welche mit der Geschwindigkeit $v$ zum Stofse gelangt, so ist, wenn $\gamma$ das Gewicht eines Kubikfufses Wasser und g die freie Fallhöhe für die erste Sekunde bezeichnet, der Stoſs

$$p = \frac{\gamma}{4g}.v.m'$$

Es ist aber

$$m' = v(h + k).EH = av(h + k)\sin \Phi, \text{ folglich}$$

$$p = \frac{\gamma}{4g}av^2(h + k)\sin \Phi.$$

Hieraus entsteht ein Normalstoſs = q, senkrecht auf das Stemmthor DE,

$$q = p \sin \Phi = \frac{\gamma}{4g}av^2(h + k)\sin \Phi^2 \quad \text{oder}$$

$$q = \frac{25\gamma}{4g}.\frac{ah(\tfrac{2}{3}h + k)^2}{(h + k)\sin \alpha^2}(\sin \alpha - \sin \Phi)^2 \sin \Phi^2.$$

Der hydrostatische Druck gegen die obere Seite des Stemmthors ist $= \frac{1}{2}\gamma a(h + k)^2$, und auf die untere Seite dieses Stemmthors $= \frac{1}{2}\gamma a k^2$, daher der Ueberschufs dieses Drucks zum Verschliefsen des Stemmthors $=$

$$\tfrac{1}{2}\gamma a[(h + k)^2 - k^2] = \tfrac{1}{2}\gamma ah(h + 2k).$$

Wird die Summe der Pressungen, welche das Stemmthor DE zu schliefsen streben $= Q$ gesetzt, so erhält man

$$Q = q + \tfrac{1}{2}\gamma a h\,(h + 2k) \quad \text{oder}$$

$$Q = \tfrac{1}{2}\gamma a h\,(h + 2k) + \frac{25\gamma}{4g}\,\frac{a h\,(\frac{2}{3}h + k)^2}{(h+k)\sin\alpha^2}\,(\sin\alpha - \sin\Phi)^2\,\sin\Phi^2.$$

Wäre das Wasser in der Thorkammer abgelassen, so sey R der Ueberschufs des hydrostatischen Drucks auf das Kammerthor, welcher das Stemmthor zu öffnen strebt, oder

$$R = \tfrac{1}{2}\gamma b h\,(h + 2k).$$

Ferner sey W die gesammte Kraft, welche im Mittelpunkte der Pressungen des Kammerthors zur Oeffnung des Stemmthors wirkt, und $\frac{1}{2}\,bM$ das Moment der Reibung an den Thorzapfen auf diesen Mittelpunkt reduzirt, so erhält man für das Gleichgewicht wegen Gleichheit der Momente

$$\tfrac{1}{2}\,bW = \tfrac{1}{2}\,bR - \tfrac{1}{2}\,bM - \tfrac{1}{2}\,aQ, \quad \text{also}$$

$$W = R - M - \frac{a}{b}\,Q \quad \text{oder}$$

die gefundenen Werthe mit R und Q vertauscht und abgekürzt, giebt

$$W = \frac{\gamma h}{2b}\,(h + 2k)\,(b^2 - a^2) - M - \frac{25\gamma}{4g}\,\frac{a^2 h\,(\frac{2}{3}h + k)^2}{b\,(h+k)\sin\alpha^2}\,(\sin\alpha - \sin\Phi)^2\,\sin\Phi^2.$$

Zur Abkürzung setze man

$$A = \frac{\gamma h}{2b}\,(h + 2k)\,(b^2 - a^2) - M \quad \text{und}$$

$$B = \frac{25\gamma}{4g}\,\frac{a^2 h\,(\frac{2}{3}h + k)^2}{b\,(h+k)\sin\alpha^2}, \quad \text{so wird}$$

$$W = A - B\,(\sin\alpha - \sin\Phi)^2\,\sin\Phi^2, \quad \text{also}$$

$$\frac{dW}{d\sin\Phi} = 2B\,(3\sin\alpha\sin\Phi - \sin\alpha^2 - 2\sin\Phi^2)\,\sin\Phi \quad \text{und}$$

$$\frac{d^2W}{d\sin\Phi^2} = 2B\,(6\sin\alpha\sin\Phi - \sin\alpha^2 - 6\sin\Phi^2).$$

Zur Auffindung der Maxima und Minima, welche W enthalten kann, setze man $\frac{dW}{d\sin\varphi}$ und $\frac{d^2W}{d\sin\varphi^2} = 0$, so wird unter der Voraussetzung, dafs der Winkel $\varphi$ nie gröfser als ein rechter werden kann:

I. $\sin\varphi = 0$ also $\varphi = 0$

II. $\sin\varphi = \sin\alpha$ also $\varphi = \alpha$ und

III. $\sin\varphi = \frac{1}{2}\sin\alpha$.

Für $\sin\varphi = 0$ wird $\frac{d^2W}{d\sin\varphi^2} = -2B\sin\alpha^2$ eine negative Gröfse, also wird W ein Maximum für $\varphi = 0$.

Für $\sin\varphi = \sin\alpha$ wird $\frac{d^2W}{d\sin\varphi^2}$ ebenfalls $= -2B\sin\alpha^2$, daher ist auch in diesem Falle W ein Maximum.

Endlich für $\sin\varphi = \frac{1}{2}\sin\alpha$ wird $\frac{d^2W}{d\sin\varphi^2} = B\sin\alpha^2$ eine positive Gröfse, also W ein Minimum für $\sin\varphi = \frac{1}{2}\sin\alpha$.

Die Kraft W, mit welcher die verschiedenen Wasserpressungen wirken, um das Stemmthor zu öffnen, ist daher am kleinsten, wenn $\sin\varphi = \frac{1}{2}\sin\alpha$ wird, weshalb die Abmessungen dieser Thore so angeordnet werden müssen, dafs W für $\sin\varphi = \frac{1}{2}\sin\alpha$ einen positiven Werth behält. Fände man hingegen W negativ, so wird sich das Stemmthor nicht vollständig öffnen können, also der Zweck verfehlt, und es werden zugleich die Thore der Zerstörung preis gegeben.

In dem vorhin für W gefundenen Ausdrucke, $\frac{1}{2}\sin\alpha$ statt $\sin\varphi$ gesetzt, giebt, weil alsdann $(\sin\alpha - \sin\varphi)^2\ \sin\varphi^2 = \frac{1}{16}\sin\alpha^4$ ist, für die kleinste Kraft, mit welcher das Thor bei gegebenen Abmessungen geöffnet wird:

$$W = \frac{\gamma h}{2b}\left[(h + 2k)(b^2 - a^2) - \frac{25a^2(\frac{2}{3}h + k)^2}{32g(h+k)}\sin\alpha^2\right] - M.$$

Für $W = 0$ erhält die Breite b des Kammerthors einen solchen Werth, dafs alsdann die geringste Vermehrung derselben, das Oeffnen des Stemmthors bewirkt. Nun ist für $W = 0$,

$$b^2 - \frac{2M}{\gamma h(h+2k)}\, b = a^2\left(1 + \frac{25(\frac{2}{3}h+k)^2 \sin\alpha^2}{32g(h+k)(h+2k)}\right) \text{ daher}$$

$$b = \frac{M}{\gamma h(h+2k)} \pm \sqrt{\left[\frac{M^2}{\gamma^2 h^2 (h+2k)^2} + a^2\left(1 + \frac{25(\frac{2}{3}h+k)^2 \sin\alpha^2}{32g(h+k)(h+2k)}\right)\right]},$$

wo nur das obere Zeichen gilt, weil für b nur ein positiver Werth gesucht wird.

Wenn nun aus den bekannten Abmessungen einer anzulegenden Schleuse der Werth für b nach diesem allgemeinen Ausdruck bestimmt ist, so mufs die kleinste Vermehrung dieser Breite das vollständige Oeffnen der Stemmthore bewirken.

Aus eben diesem Ausdruck folgt, weil $(h+k)(h+2k) > (\frac{2}{3}h+k)^2$ ist, dafs die Breite b desto kleiner werden kann, je gröfser die Höhen h und k sind.

Die bisherigen Untersuchungen beschränkten sich auf den Fall, wenn das Wasser bei AA′ höher als bei GG′ steht und die Thore geöffnet werden sollen. Es könnten nun die Wirkungen des Wassers auf die Schleusenthore untersucht werden, wenn das geöffnete Thor geschlossen oder wenn das Wasser bei GG′ höher als bei AA′ steht, und ein Oeffnen oder Verschliefsen der Schleusenthore bewirkt werden soll. Es läfst sich aber ohne weiteren Beweis leicht übersehen, dafs das Spiel der Thore in allen drei Fällen ohne Hindernisse erfolgen wird, wenn sie nur eine solche Anordnung erhalten haben, dafs das Oeffnen in dem Falle erfolgt, wenn das Wasser bei AA′ höher als bei GG′ steht, weshalb diese drei Fälle von der nähern Untersuchung ausgeschlossen werden konnten, weil es hiernach nur darauf ankommt, dafs die Breite b dem vorstehenden allgemeinen Ausdruck gemäfs angeordnet und zur Bewirkung der nöthigen Ueberwucht um einen angemessenen Theil vermehrt werde.

In denjenigen Fällen, wo die Breite b des Kammerthors einen so ansehnlichen Werth erhält, dafs dadurch die Kammerthore bedeutend gröfser als die Stemmthore werden müfsten, wenn die Schleuse vollständig wirken soll, läfst sich nach meiner Ansicht das Oeffnen der Stemmthore dadurch erleichtern, wenn von E nach F eine Verstrebung zwischen den

Enden des Stemm- und Kammerthors angebracht und mit einer Bretterbekleidung EF, welche bei Ff eine Oeffnung behalten kann, versehen wird. Diese Abänderung an den Thoren der Blankenschleuse hat nothwendig den Erfolg, dafs der dem Oeffnen des Thors nachtheilige Wasserstofs, welcher auf das Stemmthor DE erfolgte, auf die Bekleidung EF geleitet wird, also das Oeffnen des Stemmthors mit einer weit geringern Kraft bewerkstelligt werden kann.

# Untersuchungen über die Bewegung des Wassers, wenn auf den Widerstand, welcher diese Bewegung längs den Wänden der Behältnisse verzögert, Rücksicht genommen wird.

(Zweite Fortsetzung.)

Von Herrn Eytelwein.*)

## §. 17.

So leicht es war, die Gesetze für die gleichförmige Bewegung des Wassers in Flufsbetten zu entwickeln, so schwierig wird diese Untersuchung für Flufsbetten, in welchen die aufeinander folgenden Querschnitte verschiedene Geschwindigkeiten haben; und doch ist dies eigentlich dasjenige, was in der Ausübung gesucht wird, weil man nur äufserst selten bei den fliefsenden Gewässern eine gleichförmige Bewegung antrifft, oder annehmen kann, dafs sämmtliche Querschnitte einander gleich sind und die Oberfläche des Wassers mit der Sohle des Flufsbetts parallel läuft.

Zur Vereinfachung der Untersuchung über die Bewegung des Wassers in Flufsbetten, wenn diese Bewegung nicht gleichförmig ist, werde vorausgesetzt, dafs die Sohle des Flufsbetts DB′ Figur 6. gradlinigt sei, und ihre Lage gegen den Horizont durch die wagerechte Linie AD = m und die Höhe AB′ = n bestimmt werde. Bezeichnet alsdann BE den Wasserspiegel im Längendurchschnitt des Flufsbetts für den Fall, dafs der Beharrungsstand für die Bewegung des Wassers eingetreten ist, und man zieht aus einem willkührlichen Punkte M in der Oberfläche des Wassers MP

*) Vorgelesen am 14. Jan. 1819. Man vergleiche die Abhandlungen aus den Jahren 1814 — 1815.

auf AD senkrecht, so sei für $AP = x$, $PM = z$ die zugehörige Wassertiefe $MM' = y$ und die krumme Linie $BM = \sigma$. Ferner sei der Inhalt des Querschnitts $MM' = \omega$, sein Umfang $= \Phi$ und die Geschwindigkeit des Wassers in demselben $= \psi$. Für den ersten Querschnitt bei B sei $BB' = H$, der Inhalt des Querschnitts $= A$, sein Umfang $= P$ und die Geschwindigkeit des Wassers in demselben $= C$. Eben so sollen sich die Gröfsen h, a, p, c auf den letzten Querschnitt bei E beziehen.

Wächst nun $AP = x$ um das Element $Pp = dx$, und man zieht pm mit PM, und mo mit AD parallel, so wird $mo = dx$, $Mo = -dz$ und $Mm = d\sigma$. Für die äufserst dünne Wasserschicht $MM'm'm$ ist man berechtigt anzunehmen, dafs sich das Wasser in derselben gleichförmig, also mit der Geschwindigkeit $\psi$ bewege. Für diesen Fall erhält man nach §. 16.

$$\frac{Mo}{Mm} = \frac{\psi^2 \Phi}{\beta^2 \omega} \quad \text{wo } \beta = 90{,}8975 \text{ ist.}$$

$$\text{Wegen } \frac{Mo}{Mm} = \frac{-dz}{d\sigma} \text{ wird } \frac{-d\sigma}{dz} = \frac{\beta^2 \omega}{\psi^2 \Phi} = W.$$

$$\text{Aber } d\sigma = \sqrt{(dz^2 + dx^2)} = dz \sqrt{\left(1 + \frac{dx^2}{dz^2}\right)} \text{ oder}$$

$$\sqrt{(W^2 - 1)} = \frac{dx}{dz}.$$

Es verhält sich $AD : AB' = DP : PM'$ oder

$$m : n = m - x : z - y \text{ also ist } z = y - \frac{n}{m} x + n \text{ daher}$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{dy}{dx} - \frac{n}{m} \text{ oder}$$

$$\frac{dx}{dz} = \frac{1}{\frac{dy}{dx} - \frac{n}{m}} = \sqrt{(W^2 - 1)} \text{ also } 1 = \left(\frac{dy}{dx} - \frac{n}{m}\right) \sqrt{(W^2 - 1)} \text{ folglich}$$

$$dx = \frac{dy \sqrt{(W^2 - 1)}}{1 + \frac{n}{m} \sqrt{(W^2 - 1)}} \text{ und hieraus}$$

$$\frac{n}{m} dx = \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m} \sqrt{(W^2 - 1)}}\right) dy \text{ oder}$$

$$\frac{n}{m} x = \int \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m} \sqrt{(W^2 - 1)}}\right) dy$$

so genommen, dafs x für $y = H$ verschwindet und für $y = h$ vollständig wird.

§. 18.

Nach den mannichfaltigen Gestalten, welche ein Flufsbett erhalten kann, müssen auch die Werthe von $W = \frac{\beta^2 \omega}{\psi^2 \Phi}$ als Funktionen von y sehr verschieden ausfallen. Unter der Voraussetzung, dafs die verschiedenen vertikalen Querschnitte ähnliche Figuren sind, erhält man

$$H : y = P : \Phi \text{ also } \Phi = \frac{Py}{H};$$

$$H^2 : y^2 = A : \omega \text{ also } \omega = \frac{Ay^2}{H^2}.$$

Ferner ist die Wassermenge $AC = \omega\psi = \frac{Ay^2}{H^2}\psi$ also

$$\psi = \frac{CH^2}{y^2}, \text{ daher } W = \frac{\beta^2 A y^5}{C^2 P H^5}, \text{ oder}$$

$$\frac{\beta^2 A}{C^2 P} = D \text{ gesetzt, giebt } W = Dy^5 \text{ daher}$$

$$\frac{n}{m} x = \int \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{(D^2 y^{10} - 1)}}\right) dy.$$

Weil die Gleichung zwischen x und y die Gestalt der Oberfläche des abfliefsenden Wassers ausdrückt, diese aber eine stetige krumme Linie bildet, so läfst sich der vollständige Werth dieses Integrals nach der §. 25. angegebenen Näherungsmethode so bestimmen, dafs für $y = H$ der Werth von x oder das Integral verschwindet und für $y = h$ das Integral vollständig oder $x = m$ wird. Man erhält alsdann $\alpha = H$, $\beta = h$, und für $\mu = 2$,

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{(D^2 H^{10} - 1)}};$$

$$A_1 = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{\left(D^2 \left(\frac{H+h}{2}\right)^{10} - 1\right)}};$$

$$A_2 = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{(D^2 h^{10} - 1)}} \text{ und}$$

$$\frac{n}{m} m = \frac{h - H}{2 \cdot 3} [A + 4A_1 + A_2].$$

Weil nun $\frac{H+h}{2}$ als Mittelwerth zwischen H und h liegt, so kann man ohne Nachtheil $A_1$ mit A und $A_2$ vertauschen, und erhält alsdann

$$n = (h - H)\, A_1.$$

Hiernach findet man

$$C^4 = \frac{\beta^4 A^2}{P^2} \cdot \frac{(H-h+n)^2}{(H-h+n)^2+m^2} \left(\frac{H+h}{2H}\right)^{10}$$

oder wenn man das ganze Gefälle von B bis E also EF = K und die zugehörige Länge BE = L setzt, so wird $K = H - h + n$, und wegen $BE^2 = EF^2 + BF^2$

$L^2 = (H-h+n)^2 + m^2$, daher erhält man auch

$$C^4 = \frac{\beta^4 A^2 K^2}{P^2 L^2} \left(\frac{H+h}{2H}\right)^{10} \text{ oder}$$

$$C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL} \left(\frac{H+h}{2H}\right)^{5}.$$

Für H = h wird $C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL}$ wie erfordert wird.

## §. 19.

In der Voraussetzung, dafs alle Querprofile des Flufsbetts **rechtwinklich** und von **gleicher Breite** = b, also die Ufer parallel sind, erhält man nach §. 17.

$\omega = by$; $\Phi = b + 2y$; $bHC = by\psi$ also $\psi^2 = \frac{H^2 C^2}{y^2}$, also

$$W = \frac{\beta^2 \omega}{\psi^2 \Phi} = \frac{\beta^2 by^3}{(b+2y) H^2 C^2} \text{ oder } \frac{\beta^2 b}{H^2 C^2} = D \text{ gesetzt, giebt}$$

$$W^2 = \frac{D^2 y^6}{(b+2y)^2}, \text{ daher}$$

$$\frac{n}{m} x = \int \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{(W^2-1)}}\right) dy$$

Hiernach erhält man wie im vorigen §.

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{\left(\frac{D^2 H^6}{(b+2H)^2} - 1\right)}}$$

$$A_1 = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{\left(\frac{D^2\left(\frac{H+h}{2}\right)^6}{(b+H+h)^2} - 1\right)}}$$

$$A_2 = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m}\sqrt{\left(\frac{D^2 h^6}{(b+2h)^2} - 1\right)}}$$

daher $n = (h - H)\,A_1$ und hieraus

$$m + (H - h + n)\sqrt{\left(\frac{D^2\left(\frac{H+h}{2}\right)^6}{(b+H+h)^2} - 1\right)} = 0 \text{ oder } H - h + n = k \text{ und}$$

statt D seinen Werth gesetzt, giebt

$$m^2 + k^2 = \frac{\beta^4 b^2 K^2}{H^4 C^4 (b+H+h)^2}\left(\frac{H+h}{2}\right)^6$$

oder wegen $m^2 + K^2 = L^2$

$$C^4 = \frac{\beta^4 b^2 H^2 K^2}{(b+H+h)^2 L^2}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^6 \text{ oder}$$

$$C^2 = \frac{\beta^2 bHK}{(b+H+h)L}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3.$$

Aber $A = bH$ und $P = b + 2H$ folglich

$$(I)\quad C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL} \cdot \frac{b+2H}{b+H+h}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3$$

oder wenn die Breite b sehr grofs gegen die Tiefen H und h ist, so wird nahe genug $\frac{b+2H}{b+H+h} = 1$ daher

$$(II)\quad C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3$$

Dieser allgemeine Ausdruck für die Geschwindigkeit des Wassers in rechtwinklichten Kanälen gilt auch von Trapezen, welche dieselben Tiefen, Inhalte und Umfänge haben, wobei zu bemerken ist, dafs jedes Rechteck in

ein Trapez von gleichem Inhalte, Umfang und Höhe verwandelt werden kann, wenn sich die Grundlinie der Böschung des Profils zur Höhe, wie 4 zu 3 verhält.

§. 20.

Vorausgesetzt dafs sämmtliche Querprofile eines Flufsbetts Trapeze sind, deren untere oder Sohlenbreite durchgängig $= b$ und die Grundlinie der Böschung sich zur Höhe wie 4 zu 3 verhalte, so wird hiernach

$$\omega = (b + \tfrac{4}{3} y)\, y; \quad \Phi = b + \tfrac{10}{3} y;$$

$$H\,(b + \tfrac{4}{3} H)\, C = (b + \tfrac{4}{3} y)\, y \psi \text{ also } \psi^2 = \frac{H^2 (b + \frac{4}{3} H)^2 C^2}{(b + \frac{4}{3} y)^2 y^2}$$

$$\text{also } W = \frac{\beta^2 \omega}{\psi^2 \Phi} = \frac{\beta^2 (b + \frac{4}{3} y)^3 y^3}{H^2 (b + \frac{4}{3} H)^2 C^2 (b + \frac{10}{3} y)} \text{ oder}$$

$$\frac{\beta^2}{H^2 (b + \frac{4}{3} H)^2 C^2} = D \text{ gesetzt, giebt auf eine ähnliche Art wie §. 17.}$$

$$A_1 = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n}{m} \sqrt{\left\{ \frac{D^2 \left(b + \frac{4}{3} \frac{H+h}{2}\right)^6 \left(\frac{H+h}{2}\right)^2}{\left(b + \frac{10}{3} \frac{H+h}{2}\right)^2} - 1 \right\}}}$$

und $n = (h - H)\, A_1$ daher

$$m^2 = (H - h + n)^2 \left\{ \frac{D^2 \left(b + \frac{4}{3} \frac{H+h}{2}\right)^6 \left(\frac{H+h}{2}\right)^6}{\left(b + \frac{10}{3} \frac{H+h}{2}\right)^2} - 1 \right\} \text{ oder}$$

wegen $H - h + n = k$ und $m^2 + k^2 = L^2$,

$$C^4 = \frac{\beta^4 K^2 \left(b + \frac{4}{3} \frac{H+h}{2}\right)^6 \left(\frac{H+h}{2}\right)^6}{L^2 H^4 \left(b + \frac{4}{3} H\right)^4 \left(b + \frac{10}{3} \frac{H+h}{2}\right)^2}$$

und weil $A = H\,(b + \frac{4}{3} H)$ und $P = b + \frac{10}{3} H$, so wird

$$C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL} \cdot \frac{5b + 10H}{5b + 5H + 5h} \left(\frac{5b + 2H + 2h}{5b + 4H}\right)^3 \left(\frac{H+h}{2H}\right)^3.$$

Für $b = 0$ wird

$$C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL} \left(\frac{H+h}{2H}\right)^5$$

wie nach §. 18. erfordert wird.

§. 21.

Mittelst der vorstehenden Ausdrücke, welche nur für die am meisten vorkommende Gestalten der Flufsbetten entwickelt sind, die aber leicht noch auf andere vorauszusetzende Gestalten angewandt werden können, läfst sich nicht nur die mittlere Geschwindigkeit des Wassers für irgend einen Querschnitt finden, wenn die erforderlichen Abmessungen des Flufsbetts bekannt sind, sondern man kann auch in denjenigen Fällen, wo die Geschwindigkeit gegeben ist, entweder das zugehörige Gefälle oder die entsprechenden Abmessungen eines der folgenden Querschnitte finden. Da sich diese Gröfsen leicht mittelst der gefundenen Grundformeln entwickeln lassen, so werde ich mich hiebei nicht aufhalten.

§. 22.

Weil die Ausmittelung der mittlern Geschwindigkeit und der davon abhängigen Wassermenge eines Flufses sehr schwierig ist, dagegen in demjenigen Querprofil, wo die mittlere Geschwindigkeit gesucht wird und eben sowohl oberhalb und unterhalb desselben, die Abmessungen zweier Querschnitte sowohl als die Abstände dieser drei Querschnitte von einander nebst den zugehörigen Gefällen leicht mit Genauigkeit ausgemittelt werden können, so wird die folgende Untersuchung die Mittel entwickeln, wie aus den Abmessungen dreier auf einander folgender Querschnitte eines Flufses die mittlere Geschwindigkeit des Wassers für den mittelsten Querschnitt gefunden werden kann.

Es sey B′D′E′ Figur 7. die Sohle des Flufsbetts, und BDE die Oberfläche des fliefsenden Wassers. Für die drei Querschnitte BB′, DD′, EE′ bezeichne, wenn durchgängig einerlei Wassermenge vorausgesetzt wird,

H, h, H′ die Wassertiefen,
A, a, A′ die Inhalte der vertikalen Querschnitte,
P, p, P′ die zugehörigen Umfänge derselben,
C, c, C′ die entsprechende Geschwindigkeiten,
L und L′ die Längen BD und DE, und endlich
K und K′ die zugehörigen Gefälle FD und GE.

Nun ist unter der Voraussetzung, dafs die verschiedenen Querschnitte ähnliche Figuren sind (§. 18.), für das Flufsbett BB′D′D, $C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^5$.

Nun ist wegen der durch jeden Querschnitt abfliefsenden gleichen Wassermenge $AC = ac$ also $C^2 = \frac{a^2 c^2}{A^2}$. Ferner verhält sich $h : H = p : P$ und $h^2 : H^2 = a : A$, daher wird $P = \frac{pH}{h}$ und $A = \frac{aH^2}{h^2}$. Diese Werthe in den vorstehenden Ausdruck gesetzt, so erhält man nach gehöriger Abkürzung

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK}{pL}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^5.$$

Für das Flufsbett DD'E'E wird nach §. 18.

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK'}{pL'}\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^5.$$

Diese beiden Ausdrücke mit einander multiplizirt und daraus die Quadratwurzel gezogen, giebt die mittlere Geschwindigkeit im Profil DD', wenn die Querschnitte des Flufsbetts ähnliche Figuren sind, oder

$$c^2 = \frac{\beta^2 a}{p}\sqrt{\left[\frac{KK'}{LL'}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^5\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^5\right]}.$$

§. 23.

Für rechtwinklichte Querprofile von gleicher Breite ist nach §. 19.

$$C^2 = \frac{\beta^2 bHK}{(b+h+H)L}\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3.$$ Nun ist ferner

$AC = ac$ also $C^2 = \frac{a^2 c^2}{A^2}$ und $b = \frac{A}{H} = \frac{a}{h}$ daher

$A = \frac{aH}{h}$ oder $C^2 = \frac{c^2 h^2}{H^2}$. Diesen Werth in vorstehendem Ausdruck und dann $bh = a$ gesetzt, giebt für das Flufsbett BB'D'D

$$c^2 = \frac{\beta^2 ak}{(b+h+H)L}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^3.$$

Für das Flufsbett DD'E'E findet man

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK'}{(b+h+H')L'}\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^3$$ folglich

$$c^2 = \beta^2 a\sqrt{\left[\frac{KK'}{(b+h+H)(b+h+H')LL'}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^3\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^3\right]}$$

oder

oder wenn die Breite gegen die Tiefen sehr grofs ist

$$c^2 = \frac{\beta^2 a}{p} \sqrt{\left[\frac{KK'}{LL'}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^3\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^3\right]}.$$

§. 24.

Wenn sämmtliche Querschnitte des Flufsbetts Trapeze von der §. 20. beschriebenen Gestalt bilden, so wird

$$C^2 = \frac{\beta^2 AK}{PL} \cdot \frac{3b+10H}{3b+5H+5h}\left(\frac{3b+2H+2h}{3b+4H}\right)^3\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3.$$

Ferner ist alsdann $AC = ac$ also

$$C^2 = \frac{a^2 c^2}{A^2};\quad A = (b+\tfrac{4}{3}H)\,H;\quad P = b + \tfrac{10}{3}H.$$

Diese Werthe in den vorstehenden Ausdruck und hiernächst $(b+\frac{4}{3}h)\,h$ statt a gesetzt, so findet man

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK}{pL} \cdot \frac{3b+10H}{3b+5H+5h}\left(\frac{3b+2H+2h}{3b+4h}\right)^3\left(\frac{H+h}{2H}\right)^3.$$

Für das Flufsbett DD'E'E wird

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK'}{pL'} \cdot \frac{3b+10h}{3b+5H'+5h}\left(\frac{3b+2H'+2h}{3b+4h}\right)^3\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^3$$

folglich

$$c^2 = \frac{\beta^2 a}{p}\cdot\frac{3b+10h}{(3b+4h)^3}\sqrt{\left[\frac{KK'}{LL'}\cdot\frac{(3b+2H+2h)^3(3b+2H'+2h)^3}{(3b+5H+5h)(3b+5H'+5h)}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^3\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^3\right]}$$

und für $b = o$ wird

$$c^2 = \frac{\beta^2 a}{p}\sqrt{\left[\frac{KK'}{LL'}\left(\frac{H+h}{2h}\right)^5\left(\frac{H'+h}{2h}\right)^5\right]}.$$

Vergleicht man die verschiedenen Ausdrücke für die Geschwindigkeit des Wassers in dem mittlern Querschnitte eines Flufsbetts nach den verschiedenen Voraussetzungen über die Gestalt desselben, so übersieht man leicht, dafs mittelst der Abmessungen dieses Querschnitts selbst und der oberhalb und unterhalb desselben gelegenen, nebst den zugehörigen Gefällen des Wasserspiegels, die entsprechende Geschwindigkeit gefunden werden kann. Auch erhält man durchgängig für $K = K'$; $L = L'$ und $h = H = H'$

$$c^2 = \frac{\beta^2 aK}{pL}$$ wie erfordert wird.

§. 25.

Das Verfahren, nach welchem mittelst einer Näherungsmethode die vorstehenden vollständigen Integrale gefunden werden, gründet sich darauf, dafs man den Inhalt einer von einer stetigen krummen Linie eingeschlossenen Fläche nahe genug findet, wenn man dieselbe mittelst gleichweit von einander entfernter Abscissen in schmale parallele Streifen eintheilt, und für jeden Theil der Kurve, welcher irgend einen dieser schmalen Streifen begrenzt, eine Parabel annimmt, welche mit jedem Theil der Kurve in den beiden Endpunkten und in der Mitte desselben zusammen fällt. Für diese Voraussetzung erhält man, wenn der gesuchte Inhalt der Fläche $= M$ gesetzt wird, wie solches in meiner Statik §. 126. näher bewiesen ist,

$$M = \frac{\beta - \alpha}{3\mu}(A + 4A_1 + 2A_2 + 4A_3 + \ldots + 2A_{n-2} + 4A_{n-1} + A_n)$$

Hier ist BCDE Figur 8. die Fläche; $AB = \alpha$, $AC = \beta$; die grade Anzahl gleicher Theile zwischen B und C $= \mu$, so wie die aufeinander folgenden Abscissen BE; B'E'; .... CD durch A; $A_1$; $A_2$; .... $A_n$ bezeichnet sind. Für $AP = x$ und $PQ = u$ erhält man $\int u\,dx = M$ wenn das Integral für $x = \alpha$ verschwindet und für $x = \beta$ vollständig wird. Ist daher $\mu$ eine grade möglichst grofse Zahl und für $x = \alpha$; $\alpha + \frac{1}{n}(\beta - \alpha)$; $\alpha + \frac{2}{n}(\beta - \alpha)$; $\alpha + \frac{3}{n}(\beta - \alpha)$; .... $\beta$ werde $u = A$; $A_1$; $A_2$; $A_3$ .... $A_n$, so erhält man nahe genug

$$\int u\,dx = \frac{\beta - \alpha}{3\mu}(A + 4A_1 + 2A_2 + 4A_3 + \ldots + 4A_{n-1} + A_n).$$

# Bestimmung der geraden Aufsteigungen der 36 Maskelyneschen Fundamental-Sterne für 1815, auf Königsberger Beobachtungen gegründet.

Von Herrn Bessel.*)

1.

Die gegenwärtige Untersuchung beruht auf fünfjährigen Beobachtungen mit den Instrumenten der Königsberger Sternwarte, auf die Art angestellt, die ich in den Einleitungen der verschiedenen Abtheilungen meiner Beobachtungen angezeigt habe. Diese Instrumente sind ein 4fufsiges Dollondsches Mittagsfernrohr und ein 25zölliger Caryscher Kreis: ich wage, damit neben den gröfseren Instrumenten aufzutreten, auf welche Maskelyne und Piazzi dieselbe Bestimmung gründeten. Allein die genaue Untersuchung dessen, was meine Hülfsmittel in dieser Beziehung geleistet haben, ist nothwendig, indem sich nur dadurch der Grad des Zutrauens würdigen läfst, welcher der neuen Bestimmung gebührt; doppelt nothwendig ist sie, weil von einem Gegenstande die Rede ist, den solche Vorgänger mit grofsem Fleifse festgesetzt haben.

Die Fehler der astronomischen Beobachtungen zerfallen bekanntlich in zwei Klassen: die eine enthält die eigentlichen Beobachtungsfehler, die von unzähligen zufälligen Ursachen abhängen und deshalb als den allgemeinen Sätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgend angesehen werden können; die andere begreift die von beständig einwirkenden Ursachen herrührenden, der Abweichung der Instrumente von ihrer mathematischen Idee,

*) Gelesen in der Akademie den 17. Jun. 1819.

oder ihrer Behandlungsart zuzuschreibenden. Die ersteren können aus den Abweichungen der Beobachtungen unter sich erkannt, und sowohl ihre wahrscheinliche Gröfse, als die ihres Einflusses auf die Bestimmungen, nach den Vorschriften geschätzt werden, die Laplace, Gaufs und ich gegeben haben; die letzteren stören die Beobachtungen nur nach gewissen Gesetzen und verschwinden sobald man diese erkennt. Jene werden verkleinert durch die Geschicklichkeit des Beobachters und die Güte des Instruments; diese durch die Einsicht des Beobachters und die Strenge der Prüfung des Instruments und der Beobachtungsart. Beide sind von einander unabhängig; ein Schluſs von der Gröfse der einen auf die der anderen ist unstatthaft: während jene klein sind, können diese grofs seyn, oder umgekehrt.

Jede Untersuchung selbst bringt immer die Angabe des wahrscheinlichen aus den zufälligen Beobachtungsfehlern entstandenen Fehlers mit sich; ist Grund vorhanden, ihr hinsichtlich der beständigen Fehler zu vertrauen, so mag sie immerhin neben ähnlichen Untersuchungen auftreten, selbst wenn diese auf weit vorzüglicheren Hülfsmitteln beruhten und einen weit geringeren wahrscheinlichen Fehler darböten. In diesem Falle würde die neue Bestimmung die älteren nur sehr wenig ändern, immer aber die Sicherheit vermehren. Bei diesem Zustande der Kunst die astronomischen Beobachtungen zu berechnen, bedarf es keiner Entschuldigung, wenn man Bestimmungen, die auf gröfsere Instrumente gegründet wurden, auch durch kleinere zu erlangen sucht; die gröfste Gefahr, der man sich dadurch aussetzt, ist die, zu der Sicherheit der besseren Bestimmungen nur wenig beizutragen, nie aber wird der Beitrag diese Sicherheit verringern.

Neuere Erfahrungen haben aber, leider! gezeigt, dafs beständige Fehler vorhanden sind, wo wir sie nicht vermutheten; oft so versteckt, dafs selbst nach der Entdeckung ihres Daseyns, ihre Ursache verborgen blieb. Während es durch das gültigere Zeugnifs der Beobachtungen selbst überflüssig gemacht wird, die Sorgfalt zu erwähnen, die der Beobachter bei jeder einzelnen Beobachtung anzuwenden sich gewöhnt hat, wird die Nachforschung nach den möglichen Ursachen der beständigen Fehler daher höchst nothwendig. Der Beobachter, der eine vorher nicht erkannte Ursache solcher Fehler auffindet und zu vermeiden lehrt, vermehrt wirklich unsere Beobachtungskunst: sobald man dahin gelangt seyn wird, aus den zufälligen Fehlern allein das Maafs des wahrscheinlichen Fehlers richtig zu bestimmen, wird auch das Ziel der Beobachtungskunst erreicht seyn.

2.

Der Kreis giebt bekanntlich die Declinationen aller südlich vom Zenith culminirenden Sterne mehrere Secunden südlicher an, als Ponds und Piazzis Verzeichnisse; auf diesen Unterschied lasse ich mich hier nicht ein; theils weil ich die dadurch veranlafsten Prüfungen in den Einleitungen meiner Beobachtungen mitgetheilt habe, theils weil es, bei der gegenwärtigen Untersuchung nur auf die Unveränderlichkeit des Instruments ankömmt, und jeder beständige Fehler der Zenithdistanzen aus der Rechnung verschwindet; so dafs also jener Unterschied, selbst wenn er entschieden ein Fehler meines Instruments oder meiner Beobachtungsart wäre, keine Unsicherheit erzeugen könnte.

Die Unveränderlichkeit des Kreises hat sich aber auf eine ausgezeichnete Weise bewährt: zuerst durch die nach vierjährigem Gebrauche wiederholte Prüfung seiner Theilungsfehler; dann durch die zu verschiedenen Zeiten gemachten Bestimmungen der Polhöhe; endlich und am sichersten für den jetzigen Zweck, durch 10 bisher beobachtete Sonnenwenden. Diese Sonnenwenden, deren Uebereinstimmung vielleicht gröfser ist als die durch irgend eine vorhandene ähnliche Beobachtungsreihe dargebotene, scheinen mir zu zeigen, dafs der Kreis ein für die gegenwärtige Untersuchung sich vorzüglich eignendes Instrument ist: ich führe sie hier an, nach einer neuen Reduction mit der jährlichen Veränderung $= -0'',457$ und der, in der ganzen folgenden Untersuchung angewandten, sich aus der (Fundamenta Astr. pro A. 1755. P. 1. 8.) entwickelten Theorie und der Annahme von $i = -0{,}069541$ nach von Lindenau ergebenden Nutation:

| | Beobachtete Schiefe. | Mittlere Schiefe. 1815. |
|---|---|---|
| 1814 Sommer | 23° 27′ 43″,34 | 23° 27′ 47″,19 |
| Winter | 44, 60 | 47, 22 |
| 1815 Sommer | 45, 78 | 47, 13 |
| Winter | 47, 75 | 47, 81 |
| 1816 Sommer | 48, 98 | 47, 79 |
| Winter | 50, 22 | 47, 85 |
| 1817 Sommer | 51, 24 | 47, 82 |
| Winter | 52, 86 | 48, 50 |
| 1818 Sommer | 53, 04 | 47, 98 |
| Winter | 51, 91 | 46, 32 |
| Mittel | | 23° 27′ 47″,56 |

Bei allen Sonnenbeobachtungen, ohne Ausnahme, wurde das Instrument durch einen Schirm gedeckt. Den wahrscheinlichen Fehler einer vollständigen, d. i. an beiden Rändern und nach einer Drehung des Instruments wiederholten Beobachtung, mit Einfluss der Unregelmäfsigkeiten der Theilung, finde ich (unten Art. 7.) = 1″,4926. Früher hatte ich den wahrscheinlichen Fehler einer Fixsternbeobachtung unter den vortheilhaftesten Umständen und mit Ausschluss der Theilungsfehler, = 0″,6845 gefunden. Die Vergleichung beider zeigt, dafs ein Instrument, welches eine solche Wiederholung der Sonnenbeobachtungen zuläfst, das gewöhnliche Zittern der Ränder unschädlicher macht als man glauben sollte; der letzte zeigt die Sicherheit, mit welcher man das Bleiloth einstellen, einen Stern bissectiren und die Beobachtung ablesen kann.

5.

Es ist den Astronomen bekannt, dafs Pond auf einen Fehler des Mittags-fernrohrs der Greenwicher Sternwarte aufmerksam machte, der daraus entsteht, dafs die Collimationslinie aufhört auf der Axe senkrecht zu seyn, wenn man das Instrument aus der horizontalen Lage in eine andere bringt. Die Bemerkung dieses Fehlers, der von einer Biegung der Theile des Instruments herrührt, ist ohne Zweifel von bedeutender Wichtigkeit für die beobachtende Astronomie: es ist nöthig, dafs wir das Königsberger Mittagsfernrohr in dieser Beziehung prüfen.

Die Tagebücher der Sternwarte bieten die Mittel dazu dar: das Instrument wurde, um etwanige Fehler auf verschiedene Seiten zu bringen, und um die Abnutzung der Zapfen zu vermeiden, nach Bradleys Beispiele, am 12. Mai 1817 in seinen Lagern umgelegt, das Rohr aus der Axe gezogen und in der umgekehrten Richtung wieder eingesteckt, in welchem Zustande es bis jetzt verblieb. Wenn der erwähnte Fehler statt findet, so mufs er sich in den Entfernungen vom Pole äufsern, die das berichtigte und nach dem Meridianzeichen gerichtete Instrument vor und nach der Veränderung angab. Vorher fand ich aber diese Entfernung vom Pole, aus 9 Beobacht. des Jahrs 1815 = 1″,02 westlich, und aus 8 Beobacht. des Jahrs 1816 = 0″,35 westlich, im Mittel = 0″,69; nachher, aus 11 Beobacht. des Jahrs 1817 = 1″,77 westlich. Wollte man das Maximum der Biegung im Scheitelpunkte, und ihren Einfluss proportional dem Cosinus der Zenithdifferenz annehmen: so würde hieraus folgen, dafs dieses Maximum 0″,66 im gröfsten Kreise beträgt, und dafs das Meridianzeichen ein östliches Azimuth

$= 1'',8$ hat. Erwägt man aber, dafs diese Bestimmung nicht auf grofse Sicherheit Anspruch machen kann, indem sie auf 4 Elementen beruht, deren drei erste nicht mit grofser Genauigkeit gefunden werden können, auf der Schätzung der Lage der Absehenslinie gegen das Meridianzeichen, auf der Richtigkeit der Collimation, auf der Horizontalität der Axe und auf den durch den Polarstern beobachteten Entfernungen vom Pole: so wird man die gefundene Biegung von $0'',66$ vielleicht nicht als einen Beweis annehmen wollen, dafs das Königsberger Mittagsfernrohr wirklich einen Fehler dieser Art besitzt; aber man wird zugeben müssen, dafs dieser Fehler, wenn er vorhanden ist, weit geringer ist als der ähnliche des Greenwicher Instruments, bei welchem er etwa $9''$ beträgt. Folgt übrigens der Fehler dem oben angenommenen Gesetze, oder ist er, allgemeiner, von der Form $a \operatorname{Cos} z + b \operatorname{Sin} z$, so verschwindet sein Einfluſs auf die geraden Aufsteigungen völlig; vorausgesetzt dafs man die den Culminationszeiten hinzuzufügenden Verbesserungen durch die Beobachtungen des Polarsterns bestimmt, so wie es auf der Königsberger Sternwarte immer geschieht. Dafs ein Fehler dieser Art ganz oder gröfstentheils diesem Gesetze folgt, ist nicht unwahrscheinlich: die Berichtigung der Mittagsfernröhre durch den Polarstern hat also, aufser dem Vortheile der gröfseren Genauigkeit, noch den, eine Biegung ganz oder gröfstentheils unschädlich zu machen. Dafs wenigstens dieses letzte bei den Königsberger Beobachtungen statt findet, wird durch die übereinstimmenden über und unter dem Pole beobachteten geraden Aufsteigungen vieler Sterne bewiesen: z. B. durch die des $\alpha$ Aurigae, welcher nach 175 oberen Culminationen (für 1815.) 9U. 21′ 16″,982 auf $\alpha$ Aquilae folgt, und nach 54 unteren Culminationen 9U. 21′ 17″,002, wo der Unterschied geringer ist als der wahrscheinliche Fehler. — Endlich mufs die Umlegung des Instruments einen Fehler dieser Art zum Theil vernichtet haben.

Den wahrscheinlichen Fehler eines beobachteten Unterschiedes der AR. zweier Sterne finde ich $= 0'',1446$ in Zeit*), aus 1000 Vergleichungen $\alpha$ Aquilae mit einem anderen der Fundamentalsterne, ohne Rücksicht auf den Declinationsunterschied und die Zwischenzeit der Beobachtungen genommen; so dafs diese Bestimmung die Unregelmäfsigkeit der Uhr und

*) Hieraus folgt der wahrscheinliche Fehler jeder Beobachtung $= 0'',1446 : \sqrt{2} = 0'',1022$: wenn eine gerade Aufsteigung durch Vergleichung mit n Sternen bestimmt wird, so ist ihr wahrscheinlicher Fehler daher $= 0'',1022 \sqrt{(1 + \frac{1}{n})}$.

den Fehler der berechneten Reduction der Durchgangszeiten auf den Meridian mit einschliefst. Ein Versuch, den eigentlichen Beobachtungsfehler von den eben genannten Fehlern zu trennen, schlug fehl; indem oft in Rectascension oder Declination bedeutend entfernte Sterne einen nicht gröfseren, oder gar kleineren wahrscheinlichen Fehler angaben, als nähere. Dieses kann uns über die Güte der zur Berichtigung des Mittagsfernrohrs angewandten Methode, und über die Zulänglichkeit der Uhr völlig beruhigen, indem daraus hervorgeht, dafs die aus diesen Ursachen entspringenden Fehler weit kleiner sind als der eigentliche Beobachtungsfehler.

Ein beständiger Fehler der Sonnenbeobachtungen kann durch die ungleiche Erwärmung des Mittagsfernrohrs erzeugt werden: am Anfange der Beobachtungen war ich nicht aufmerksam hierauf, oder setzte voraus, dafs die Strahlen der Sonne das ihnen nur etwa 5 bis 6 Minuten ausgesetzte Instrument nicht merklich ändern könnten. Diese Meinung habe ich später als ungegründet erkannt, und deshalb, vom Jahr 1816 an, einen Schirm angewandt, der nur Sonnenstrahlen auf das Objectivglas fallen läfst. Die Anwendung eines solchen Schirms halte ich für sehr wesentlich. Maskelyne umfafste die Axe des Mittagsfernrohrs mit Holz, um die Sonnenstrahlen abzuhalten; es kann aber seyn, dafs der Einfluſs auf das Rohr selbst merklich ist, indem die früher und länger beschienene Ostseite dasselbe nach Westen krümmt und die geraden Aufsteigungen zu grofs erscheinen läfst. Diese Bemerkung verdanke ich der gütigen Mittheilung des Prof. Tralles.

4.

Die in dem Vorigen enthaltenen Bemerkungen scheinen zu zeigen, dafs die auf die Königsberger Beobachtungen gegründete Untersuchung der geraden Aufsteigungen der 36 Fundamentalsterne, in Absicht ihrer Sicherheit im Ganzen, Zutrauen verdient; von ihrem aus den Beobachtungsfehlern entstehenden wahrscheinlichen Fehler werde ich unten Rechenschaft geben.

Die folgende Untersuchung beschäftigt sich zuerst mit der, auf die willkürliche Annahme Einer Rectascension gegründeten Bestimmung der übrigen; dann mit der Erfindung des gemeinschaftlichen Fehlers aller dieser Rectascensionen durch Sonnenbeobachtungen. Jene willkürliche Annahme war die der AR. $\alpha$ Aquilae $=$ 19U. 41′ 45″,157 für 1815; durch diese wurde $\alpha$ Canis minoris bestimmt, und alle übrigen Sterne nur durch unmittelbare Vergleichung mit einem von diesen beiden: wenn $\alpha$ Aquilae beobachtet wurde, bezog die Vergleichung der übrigen an demselben Tage

vor-

vorkommenden Sterne sich auf diesen, wenn er fehlte auf α Canis minoris. Diese beiden Sterne eignen sich besonders zu Vergleichungspunkten; theils wegen ihrer Entfernung von 12 Stunden, welche erlaubt, wenigstens einen von ihnen immer zu bequemer Zeit zu beobachten; theils wegen ihrer ununterbrochenen Sichtbarkeit bei Tage; endlich wegen ihrer Nähe beim Aequator; auch wurden sie, in der Absicht, sie als Vergleichungspunkte zu benutzen, vom Anfange der Beobachtungen an, so häufig als möglich observirt.

Zur Reduction wurden die verbesserte Nutation und die Aberrationsconstante = 20″,255 angewandt; den Beobachtungen wurden die kleinen von der täglichen Aberration herrührenden Verbesserungen (Einleit. IV. S. I.) angebracht. Keine Beobachtung wurde ausgeschlossen, aufser den wenigen, die als ganz zweifelhaft angegeben sind. Auf diese Weise entstand folgendes, auf fünf vollständige Jahrgänge, von der Entstehung der Sternwarte bis zum Ende von 1818 gegründetes Verzeichnifs.

| | Anzahl der Beobacht. | AR. in Zeit 1815. | | | Wahrscheinl. Fehler. |
|---|---|---|---|---|---|
| γ Pegasi . . | 87 | 0h | 3′ | 43″,173 | 0″,0159 |
| α Arietis . . | 45 | 1 | 56 | 45,945 | 0,0216 |
| α Ceti . . . | 30 | 2 | 52 | 37,071 | 0,0264 |
| α Tauri . . . | 69 | 4 | 25 | 18,751 | 0,0174 |
| α Aurigae . . | 173 | 5 | 3 | 2,139 | 0,0110 |
| β Orionis . . | 159 | 5 | 5 | 38,799 | 0,0115 |
| β Tauri . . . | 65 | 5 | 14 | 36,066 | 0,0179 |
| α Orionis . . | 94 | 5 | 45 | 9,226 | 0,0149 |
| α Canis maioris | 159 | 6 | 36 | 59,320 | 0,0115 |
| α Geminorum | 94 | 7 | 22 | 46,222 | 0,0149 |
| α Canis minoris | 75 | 7 | 29 | 36,479 | 0,0167 |
| β Geminorum | 215 | 7 | 33 | 58,542 | 0,0099 |
| α Hydrae . . | 24 | 9 | 18 | 29,360 | 0,0295 |
| α Leonis . . | 80 | 9 | 58 | 30,240 | 0,0162 |
| β — . . . | 65 | 11 | 39 | 36,699 | 0,0179 |
| β Virginis . . | 31 | 11 | 41 | 3,347 | 0,0248 |
| ω — . . . | 120 | 13 | 15 | 27,386 | 0,0132 |
| α Bootis . . | 174 | 14 | 7 | 13,386 | 0,0110 |
| 1α Librae . . | 32 | 14 | 40 | 28,250 | 0,0256 |
| 2α — . . . | 32 | 14 | 40 | 39,651 | 0,0256 |
| α Coronae . . | 54 | 15 | 26 | 51,321 | 0,0197 |
| α Serpentis . | 43 | 15 | 35 | 9,599 | 0,0221 |

| | Anzahl der Beobacht. | AR in Zeit 1815. | | | Wahrscheinl. Fehler |
|---|---|---|---|---|---|
| α Scorpii . . | 30 | 16h | 18′ | 4″,789 | 0″,0264 |
| α Herculis . . | 63 | 17 | 6 | 12,794 | 0,0182 |
| α Ophiuchi . . . | 89 | 17 | 26 | 20,835 | 0,0153 |
| α Lyrae . . . . | 141 | 18 | 30 | 40,347 | 0,0122 |
| γ Aquilae . . | 186 | 19 | 37 | 27,646 | 0,0106 |
| α — . . . . | — | 19 | 41 | 45,157 | — |
| β — . . . . | 199 | 19 | 46 | 13,345 | 0,0103 |
| 1α Capricorni | 79 | 20 | 7 | 22,971 | 0,0163 |
| 2α — . . . . | 79 | 20 | 7 | 46,759 | 0,0163 |
| α Cygni . . . . | 158 | 20 | 35 | 7,184 | 0,0115 |
| α Aquarii . . | 56 | 21 | 56 | 16,564 | 0,0193 |
| α Piscis austr. | 55 | 22 | 47 | 24,164 | 0,0195 |
| α Pegasi . . | 49 | 22 | 55 | 33,035 | 0,0206 |
| α Andromedae | 52 | 23 | 58 | 50,629 | 0,0201 |

5.

Die diesem Verzeichnisse beigeschriebenen wahrscheinlichen Fehler sind aus dem einer einzelnen Beobachtung = 0″,1446 unter der Voraussetzung berechnet, dafs α Canis minoris ohne Fehler bestimmt ist; diese Voraussetzung gründet sich darauf, dafs der unmittelbar gefundene Unterschied zwischen α Aquilae und α Canis min. durch die mittelbaren Bestimmungen durch andere, mit beiden verglichene Sterne, bestätigt wird. Inzwischen glaube ich, dafs noch uns unbekannte, irgend einem Gesetze folgende Ursachen vorhanden sind, die Unterschiede zwischen der Rechnung und der Beobachtung erzeugen: in diesem Falle wird der angegebene wahrscheinliche Fehler zu klein seyn. Diese Ursachen können theils in den Oertern der Sterne selbst, z. B. in einer kleinen Parallaxe oder einer kleinen Aenderung der Aberration etc., oder in der Beobachtung, z. B. in einer kleinen Verschiedenheit zwischen Nacht- und Tagbeobachtungen, in einer durch die tägliche Veränderung der Wärme hervorgebrachten Beweglichkeit der Zapfenlager des Mittagsfernrohrs etc. liegen*); ihr Daseyn wird durch die

*) Wenn ein Fehler dieser Art vorhanden ist, so wie er auf einigen Sternwarten wirklich vorhanden zu seyn scheint, so ist es klar, dafs er auf die aus Rectascensionsbeobachtungen gefolgerte Gröfse der Aberration fast seinen ganzen Einfluss äufsern mufs, indem er dieselbe Periode und seine Maxima fast zu derselben Zeit hat, wie die Aberration. Man wird daher Rectascensionsbeobachtungen nur mit der gröfsten Vorsicht zur Untersuchung der Aberration anwenden können; nie ohne die sorgfältigste Prüfung der Beständigkeit der Aufstellung des Instruments während eines Tages.

folgende Zusammenstellung der Unterschiede der auf α Canis min. gegründeten Rectascensionen, von den auf α Aquilae gegründeten, wahrscheinlich gemacht.

| | | | | Wahrscheinl. Fehler. |
|---|---|---|---|---|
| γ Pegasi | 76 und 11 | Beobacht. | — 0″,061 | 0″,050 |
| α Tauri | 37 — 32 | — | — 0,146 | 0,039 |
| α Aurigae | 77 — 96 | — | — 0,092 | 0,028 |
| β Orionis | 74 — 85 | — | — 0,047 | 0,029 |
| β Tauri | 26 — 59 | — | — 0,151 | 0,041 |
| α Orionis | 37 — 57 | — | — 0,021 | 0,031 |
| α Canis maioris | 52 — 107 | — | — 0,008 | 0,029 |
| α Geminorum | 24 — 70 | — | — 0,049 | 0,038 |
| β — | 49 — 166 | — | + 0,012 | 0,029 |
| α Leonis | 29 — 51 | — | + 0,006 | 0,038 |
| β — | 19 — 46 | — | + 0,015 | 0,042 |
| α Virginis | 54 — 66 | — | + 0,067 | 0,031 |
| α Bootis | 122 — 52 | — | + 0,073 | 0,029 |
| α Coronae | 21 — 33 | — | + 0,062 | 0,043 |
| α Herculis | 42 — 21 | — | + 0,114 | 0,042 |
| α Ophiuchi | 62 — 27 | — | + 0,096 | 0,037 |
| α Cygni | 141 — 17 | — | + 0,059 | 0,041 |

Die dieser Zusammenstellung beigesetzten wahrscheinlichen Fehler sind aus der Formel

$$0'',1446\sqrt{\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}+\frac{1}{75}\right)}$$

berechnet, in welcher a und a′ die Anzahlen der Vergleichungen mit α Aquilae und α Canis min. sind, und 75 = der Anzahl der unmittelbaren Vergleichungen dieser beiden Sterne ist. Da die wirklichen Unterschiede meistentheils (12 Mahl unter 17) gröfser sind, als die wahrscheinlichen; da in ihren Zeichen eine gewisse Regelmäfsigkeit zu herrschen scheint, so scheint das Vorhandenseyn noch unbekannter, gewissen Gesetzen folgender Einwirkungen, sehr wenigem Zweifel unterworfen zu seyn. Wie grofs ihr Einfluss auf die Angaben des Verzeichnisses seyn kann, kann, bei unserer Unbekanntschaft mit ihren Ursachen, nicht geschätzt werden. Uebrigens bemerke ich, dafs α Ceti mir am wenigsten sicher bestimmt zu sein scheint, indem die Unterschiede unter den einzelnen Beobachtungen gröfser als ge-

wöhnlich sind. α Geminorum ist ein zu naher Doppelstern, als dafs er mit dem nur 44 Mahl vergrösernden Fernrohre sehr genau beobachtet werden könnte; die Angabe des Verzeichnisses gilt für die Mitte, allein ich mufs anderen Astronomen, die stärker vergrösernde Instrumente anwenden, die genauere Bestimmung seiner einzelnen Sterne überlassen.

Einige Angaben des Verzeichnisses erhalten eine sehr erwünschte Bestätigung durch die Resultate die Struve aus seinen schönen Beobachtungen zog: in den Observationibus Dorpatensibus kömmt nämlich die Bestimmung der Unterschiede von α Aurigae und α Lyrae, und von α Lyrae und α Cygni, die erste auf entgegengesetzte Culminationen gegründet, vor. Mit der hier angewandten Nutation sind diese Unterschiede:

22 Beobacht. $15^u\ 27'\ 38'',226$; 7 Beobacht. $2^u\ 4'\ 27'',127$

wofür mein Catalog angiebt:

$13^u\ 27'\ 38'',208$ und $2^u\ 4'\ 27'',137$

Nimmt man hierzu den im 3. Art. angeführten, aus der unteren Culmination bestimmten Unterschied zwischen α Aurigae und α Aquilae, so hat man willkommene Bestätigungen der Rectascensionen, selbst für Sterne, die einen halben Tag von einander entfernt sind.

6.

Mit den Sternörtern des Verzeichnisses und der verbesserten Nutation wurden nun alle in meinen Tagebüchern angegebenen Uhrstände neu berechnet, und damit die, seit dem Tage, an welchem das Mittagsfernrohr eine Beschirmung vor den Sonnenstrahlen erhielt, beobachteten geraden Aufsteigungen der Sonne berechnet. Diese Beobachtungen umfassen 3 Jahrgänge, und die Anzahl der Tage, an welchen zugleich die gerade Aufsteigung und Zenithdistanz der Sonne beobachtet wurden, ist 290. Man hätte diese Zahl durch die frühern beiden Jahrgänge vermehren können; allein, da ich nicht behaupten kann, dafs sie von der, immer in demselben Sinne wirkenden Sonnenwärme nicht gestört wurden, so schlofs ich sie, als nichtsbeweisend, aus.

Mittelst der im 2. Art. angegebenen Schiefe der Ekliptik wurden aus den geraden Aufsteigungen der Sonne ihre Declinationen berechnet, und diese, wegen der Breite der Sonne B, um

$$+ B \frac{\cos \delta}{\cos \omega}$$

verbessert, wobei der Theil der Breite, der von dem Monde abhängt, mit

der Masse 1 : 88,737 berechnet wurde, welche der angewandten Nutation entspricht. Die aus dieser Rechnung der Polhöhe = 34° 42′ 50″,0 und der mittleren Horizontalparallaxe = 8″,7 folgenden Zenithdistanzen haben, mit den beobachteten verglichen, folgende Fehler:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1816 März | 16 | + 4″,0 | 1816 Mai | 25 | + 2″,7 | 1816 Aug. | 11 | − 4″,8 |
| — | 17 | + 3,2 | — | 26 | + 0,8 | — | 16 | − 1,7 |
| — | 18 | + 4,1 | — | 27 | + 4,8 | Sept. | 6 | + 2,6 |
| — | 21 | + 0,9 | — | 28 | + 2,2 | — | 9 | − 1,0 |
| — | 25 | + 4,5 | — | 29 | + 4,0 | — | 11 | − 1,8 |
| — | 26 | + 6,8 | — | 30 | + 2,2 | — | 13 | + 2,1 |
| — | 28 | + 1,5 | — | 31 | + 4,0 | — | 15 | + 0,1 |
| — | 29 | + 2,5 | Juni | 1 | + 2,9 | — | 16 | + 0,5 |
| — | 31 | + 1,0 | — | 10 | + 1,8 | — | 17 | − 2,2 |
| April | 1 | + 2,3 | — | 11 | + 2,1 | — | 18 | − 1,6 |
| — | 2 | + 4,6 | — | 12 | + 1,4 | — | 23 | + 1,9 |
| — | 3 | − 2,1 | — | 13 | + 0,1 | Octob. | 4 | − 0,5 |
| — | 4 | + 2,8 | — | 14 | + 1,5 | — | 9 | − 1,6 |
| — | 10 | + 5,9 | — | 15 | + 1,7 | — | 27 | + 2,1 |
| — | 11 | + 6,9 | — | 19 | − 4,0 | Nov. | 4 | − 0,5 |
| — | 12 | + 1,3 | — | 20 | + 0,3 | — | 15 | − 2,0 |
| — | 17 | + 0,8 | — | 21 | − 0,1 | — | 20 | + 1,2 |
| — | 19 | + 4,8 | — | 22 | + 1,2 | — | 21 | − 1,6 |
| — | 21 | + 3,5 | — | 23 | − 2,0 | — | 23 | + 1,0 |
| — | 22 | + 4,7 | — | 24 | + 1,1 | Decbr. | 5 | + 0,2 |
| — | 24 | + 1,3 | — | 26 | + 1,4 | — | 6 | + 1,3 |
| — | 26 | + 0,8 | — | 27 | + 1,2 | — | 7 | + 0,2 |
| — | 27 | + 0,5 | — | 28 | − 0,2 | — | 8 | − 2,8 |
| — | 28 | − 1,0 | — | 29 | − 0,3 | — | 9 | − 3,1 |
| — | 29 | + 0,9 | — | 30 | − 0,5 | — | 17 | − 0,4 |
| — | 30 | + 1,2 | Juli | 1 | + 0,3 | — | 20 | + 2,6 |
| Mai | 2 | − 1,5 | — | 6 | − 1,4 | — | 31 | − 1,3 |
| — | 3 | + 0,1 | — | 10 | + 3,5 | 1817 Jan. | 9 | + 2,3 |
| — | 11 | + 0,8 | — | 15 | + 1,2 | — | 20 | − 0,8 |
| — | 13 | + 1,9 | — | 16 | + 1,9 | — | 28 | − 0,1 |
| — | 15 | + 2,2 | — | 17 | − 1,7 | — | 29 | − 2,2 |
| — | 17 | − 1,9 | — | 18 | − 2,1 | Febr. | 11 | + 0,8 |
| — | 21 | − 2,1 | — | 21 | − 3,8 | — | 19 | 0,0 |
| — | 22 | + 0,3 | Aug. | 6 | − 3,1 | — | 23 | + 2,8 |
| — | 23 | + 1,1 | — | 9 | − 1,0 | März | 12 | + 1,7 |
| — | 24 | + 4,6 | — | 10 | + 1,5 | — | 18 | + 3,5 |

| | |
|---|---|
| 1817 März 19 | + 6″,3 |
| — 20 | + 6,2 |
| — 26 | + 3,5 |
| — 29 | + 4,6 |
| April 1 | + 1,3 |
| — 2 | + 3,6 |
| — 13 | + 2,9 |
| — 28 | + 0,5 |
| — 29 | + 0,5 |
| Mai 4 | — 0,4 |
| — 6 | — 0,4 |
| — 8 | + 4,0 |
| — 9 | + 2,1 |
| — 10 | 0,0 |
| — 11 | + 0,5 |
| — 12 | + 3,6 |
| — 14 | — 0,4 |
| — 15 | + 2,2 |
| — 18 | 0,0 |
| — 19 | + 0,3 |
| — 20 | + 6,4 |
| Juni 2 | + 1,4 |
| — 3 | + 4,3 |
| — 4 | + 4,8 |
| — 6 | + 2,2 |
| — 14 | + 2,7 |
| — 17 | — 0,5 |
| — 18 | + 2,2 |
| — 19 | + 2,7 |
| — 20 | + 0,3 |
| — 21 | + 3,2 |
| — 22 | + 2,1 |
| — 23 | + 2,3 |
| — 24 | — 7,5 |
| — 25 | — 2,5 |
| — 26 | — 3,9 |
| — 27 | — 2,0 |
| Juli 2 | + 3,5 |
| — 17 | + 4,2 |
| — 21 | — 2,9 |
| — 22 | — 3,4 |

| | |
|---|---|
| 1817 Juli 24 | — 5″,4 |
| — 25 | + 3,9 |
| — 26 | — 5,0 |
| — 27 | — 0,5 |
| Aug. 8 | — 2,8 |
| — 9 | — 2,8 |
| — 12 | — 3,7 |
| — 15 | — 2,1 |
| — 16 | 0,0 |
| Sept. 5 | — 4,3 |
| — 6 | — 1,9 |
| — 7 | + 2,8 |
| — 8 | — 4,5 |
| — 10 | — 2,7 |
| — 12 | — 0,9 |
| — 13 | — 0,7 |
| — 15 | — 1,1 |
| — 16 | — 2,1 |
| — 18 | — 0,6 |
| — 19 | + 0,9 |
| — 20 | — 5,0 |
| — 21 | — 1,6 |
| — 22 | — 5,3 |
| — 23 | — 2,1 |
| — 24 | — 2,8 |
| — 25 | + 1,1 |
| Octob. 1 | + 0,9 |
| — 9 | — 0,5 |
| — 10 | — 2,5 |
| — 14 | + 1,7 |
| — 19 | — 1,2 |
| — 20 | + 2,5 |
| — 21 | — 1,3 |
| — 22 | — 1,9 |
| — 23 | — 0,3 |
| — 24 | — 1,4 |
| Nov. 8 | — 1,1 |
| — 18 | — 3,8 |
| Decbr. 2 | — 4,1 |
| — 4 | — 1,4 |
| — 5 | — 0,8 |

| | |
|---|---|
| 1817 Decbr. 29 | — 0″,7 |
| 1818 Jan. 1 | — 0,1 |
| — 2 | + 0,1 |
| — 3 | — 2,2 |
| — 4 | + 1,8 |
| — 5 | + 0,2 |
| März 22 | + 2,8 |
| — 25 | + 0,1 |
| — 31 | + 1,9 |
| April 1 | + 2,3 |
| — 2 | + 0,7 |
| — 14 | — 3,8 |
| — 17 | + 3,2 |
| — 23 | + 3,5 |
| — 25 | 0,0 |
| — 29 | + 1,1 |
| — 30 | 0,0 |
| Mai 1 | + 0,3 |
| — 4 | — 4,9 |
| — 5 | + 1,3 |
| — 1 | 0,3 |
| — 14 | + 1,1 |
| — 15 | — 2,8 |
| — 19 | — 1,5 |
| — 20 | — 5,3 |
| — 21 | — 3,3 |
| — 22 | + 3,3 |
| — 25 | + 0,1 |
| — 26 | — 6,4 |
| — 31 | — 1,3 |
| Juni 3 | + 1,9 |
| — 4 | — 0,9 |
| — 5 | + 4,1 |
| — 8 | — 1,8 |
| — 9 | + 0,4 |
| — 11 | + 1,5 |
| — 12 | + 1,5 |
| — 13 | — 1,1 |
| — 14 | — 0,2 |
| — 17 | + 1,5 |
| — 18 | + 1,1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1818 Juni 19 | + 2″,9 | | 1818 Aug. 7 | − 0″,6 | | 1818 Octob. 6 | − 3″,0 | |
| — 20 | + 0,4 | | — 18 | − 1,0 | | — 7 | − 1,2 | |
| — 22 | − 4,0 | | — 25 | − 3,8 | | — 13 | − 1,7 | |
| — 24 | − 6,1 | | — 27 | − 5,0 | | — 15 | + 0,4 | |
| — 28 | + 2,8 | | Sept. 1 | − 0,3 | | — 16 | + 1,2 | |
| — 29 | + 1,6 | | — 3 | − 2,8 | | — 18 | + 0,8 | |
| Juli 1 | − 0,3 | | — 8 | − 2,3 | | — 19 | + 0,9 | |
| — 8 | + 3,2 | | — 9 | + 0,6 | | — 20 | − 2,3 | |
| — 10 | + 1,4 | | — 11 | − 1,9 | | — 25 | + 1,8 | |
| — 12 | + 1,6 | | — 12 | − 3,5 | | Nov. 5 | + 4,0 | |
| — 13 | + 2,1 | | — 19 | + 2,4 | | — 14 | − 1,0 | |
| — 17 | − 2,1 | | — 20 | + 3,0 | | — 15 | − 0,6 | |
| — 18 | − 4,8 | | — 21 | + 0,6 | | — 16 | − 3,5 | |
| — 21 | − 1,4 | | — 22 | − 0,1 | | Decbr. 2 | + 0,6 | |
| — 23 | + 3,0 | | — 24 | + 1,7 | | — 23 | + 1,7 | |
| — 24 | − 6,5 | | — 28 | + 2,5 | | — 25 | + 2,6 | |
| — 25 | − 0,5 | | — 29 | + 1,6 | | — 26 | − 0,6 | |
| — 27 | + 3,8 | | Octob. 1 | − 0,2 | | — 27 | + 0,5 | |
| — 28 | − 1,7 | | — 2 | + 5,2 | | — 30 | + 2,4 | |
| Aug. 6 | − 0,2 | | — 4 | + 0,5 | | | | |

7.

Die aus diesen 290 Beobachtungen entwickelten 290 Bedingungsgleichungen für die Verbesserung der AR $= \Delta\alpha$, der Polhöhe $= \Delta\Phi$, und der Schiefe der Ekliptik $= \Delta\omega$, haben nicht alle gleichen Werth: da die Zenithdistanzen aus den beobachteten Rectascensionen berechnet wurden, diese aber mit einem wahrscheinlichen Beobachtungsfehler behaftet sind, so ist es klar, dafs die Unsicherheit, die aus diesem und dem eigenthümlichen Fehler der Zenithdistanzen zusammengesetzt ist, desto gröfser wird, je gröfser der Einflufs der Rectascensionen auf die Declinationen ist. Nennt man den wahrscheinlichen Fehler einer Zenithdistanz der Sonne $\varepsilon''$, und den einer geraden Aufsteigung derselben $n\varepsilon''$ Sec $\delta$, so findet man leicht den wahrscheinlichen Fehler der Vergleichung einer beobachteten und aus einer beobachteten geraden Aufsteigung berechneten Zenithdistanz:

$$= \varepsilon'' \sqrt{(1 + n^2 \text{ tang } \omega^2 \text{ Cos } \delta^2 \text{ Cos } \alpha^2)}$$

Nach den bisherigen, auf der Königsberger Sternwarte gesammelten Erfahrungen, mufs dafs, von der verhältnifsmäfsigen Güte beider Instrumente abhängige n, sehr nahe $= \frac{3}{2}$ seyn; so wurde es hier angenommen. Durch

die Hülfe bequemer die Quadrate und Produkte der Coefficienten enthaltender Tafeln, konnte jede der 290 Bedingungsgleichungen, ohne lästige Rechnung, einzeln angewandt werden, wodurch sich folgende 3 Endgleichungen ergaben:

$$0 = -65{,}22 + \Delta\alpha \cdot 18{,}9035 + \Delta\Phi \cdot 4{,}858 + \Delta\omega \cdot 8{,}151$$
$$0 = +72{,}77 + \Delta\alpha \cdot 4{,}858 + \Delta\Phi \cdot 245{,}701 - \Delta\omega \cdot 88{,}602$$
$$0 = -46{,}10 + \Delta\alpha \cdot 8{,}151 - \Delta\Phi \cdot 88{,}602 + \Delta\omega \cdot 146{,}258$$

Die Auflösung dieser Gleichungen giebt:

$\Delta\alpha = +3''{,}617$; Anzahl der Beobacht. = 17,949
$\Delta\Phi = -0{,}418$; . . . . . 186,824
$\Delta\omega = -0{,}140$; . . . . . 109,081

ferner findet sich $\varepsilon'' = 1''{,}4926$; woraus also folgt

die allgemeine Verbesserung des Verzeichnisses im 4. Artikel
$= +0''{,}241$ Zeit; $\varepsilon'' = 0''{,}0235$.

Polhöhe . . . . . $54^\circ\ 42'\ 49''{,}58$; . . . 0,109.
Schiefe der Ekliptik für 1815 . . 23 27 47,42; . . . 0,145.

Man kann die Frage aufwerfen, ob es zweckmäfsig ist, alle Beobachtungen zur Erfindung von $\Delta\alpha$ in Eine Summe zu vereinigen, da man doch nur dann den Fehler des Instruments und der Refraction vollständig aus der Rechnung schafft, wenn man gleiche Scheitelabstände mit einander vergleicht. Offenbar würde dieses mit der Eintheilung in nach den Declinationen geordnete Classen genau gleichgültig seyn, wenn die Beobachtungen der Sonne in den aufsteigenden Zeichen eben so vertheilt wären, als in den niedersteigenden. In Königsberg ist dieses nicht der Fall, indem zwischen der Herbstnachtgleiche und der Wintersonnenwende weit mehr heiteres Wetter zu seyn pflegt, als zwischen dieser und der Frühlingsnachtgleiche. Obgleich daher bei den angestellten Prüfungen des Kreises und der Menge der Theilstriche (= 16) auf welche jede Sonnenbeobachtung beruht, ferner bei der vielfältig bestätigten nahen Richtigkeit der angewandten Refraction kaum ein merklicher Einfluss der Veränderung des Fehlers der Zenithdistanzen zu fürchten ist: so wurde doch, um die Untersuchung von diesem Vorwurfe zu befreien, statt der ersten Gleichung eine neue gesetzt, die die wenigen und ungleich vertheilten Beobachtungen der Sonne bei gröfseren südlichen Declinationen ganz ausschlofs; ihre Auflösung gab aber das vorige

Resultat

Resultat nur o″,022 in Zeit gröfser. Ich habe das vorige beibehalten, theils des geringen Unterschiedes wegen, theils weil die mittlere Epoche der Beobachtungen auf 1817,5 fällt, und daher die gefundene Verbesserung verkleinert werden mufs, wenn sie für 1815 gelten soll.

8.

Verbessert man alle Zahlen des Verzeichnisses (Art. 4.) um + o″,241, so ergiebt sich das folgende für 1815. Die jährliche Veränderung, die es enthält, und mittelst welcher es mit den beiden Verzeichnissen von Maskelyne und Piazzi für 1815, und mit dem des letzteren für 1800 verglichen wurde, ist aus den in den Fundamentis Astronomiae pro 1755 gegebenen Rectascensionen abgeleitet.

| | Zahl der Beobacht. | AR in Zeit für den Anfang von 1815. | Jahrl. Veränderung. Für 1815. | Saecular-Aenderung. | Unterschiede der Verzeichnisse von Mask. 1805 | Piazzi 1805 | Piazzi 1800 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| γ Pegasi . . . | 87 | 0h 3′ 43″,414 | 3″,0803 | + 0″,0096 | − 0″,266 | − 0″,196 | − 0″,168 |
| α Arietis . . | 45 | 1 56 46,186 | 3,3565 | + 0,0200 | − 0,251 | − 0,264 | − 0,276 |
| α Ceti . . . . | 30 | 2 52 37,312 | 3,1243 | + 0,0096 | − 0,334 | − 0,200 | − 0,179 |
| α Tauri . . . | 69 | 4 25 18,992 | 3,4290 | + 0,0108 | − 0,127 | − 0,214 | − 0,218 |
| α Aurigae . . | 173 | 5 3 2,380 | 4,4119 | + 0,0185 | − 0,120 | − 0,157 | − 0,176 |
| β Orionis . . | 159 | 5 5 39,040 | 2,8780 | + 0,0043 | − 0,132 | − 0,062 | − 0,050 |
| β Tauri . . . | 66 | 5 14 36,307 | 3,7855 | + 0,0093 | − 0,087 | − 0,110 | − 0,082 |
| α Orionis . . | 94 | 5 45 9,467 | 3,2443 | + 0,0033 | − 0,086 | + 0,001 | + 0,025 |
| α Canis maioris | 159 | 6 36 59,561 | 2,6433 | + 0,0004 | − 0,058 | + 0,045 | + 0,035 |
| α Geminor. (med) | 94 | 7 22 46,463 | 3,8452 | − 0,0121 | + 0,015 | − 0,060 | − 0,090 |
| α Canis minoris | 76 | 7 29 36,720 | 3,1478 | − 0,0043 | − 0,140 | − 0,060 | − 0,048 |
| β Geminorum . | 21 | 7 33 53,783 | 3,6861 | − 0,0124 | − 0,136 | − 0,165 | − 0,161 |
| α Hydrae . . | 2 | 9 18 29,601 | 2,9462 | − 0,0015 | − 0,068 | − 0,085 | − 0,058 |
| α Leonis . . . | 80 | 9 58 30,481 | 3,2057 | − 0,0102 | − 0,159 | − 0,146 | − 0,149 |
| β — . . . . | 6 | 11 39 36,940 | 3,0680 | − 0,0079 | − 0,126 | − 0,116 | − 0,105 |
| β Virginis . . | 34 | 11 41 3,588 | 3,1259 | − 0,0007 | − 0,309 | − 0,176 | − 0,178 |
| α — . . . | 120 | 13 15 27,657 | 3,1446 | + 0,0111 | − 0,117 | − 0,064 | − 0,089 |
| α Bootis . . . | 174 | 14 7 13,627 | 2,7329 | + 0,0012 | − 0,129 | − 0,192 | − 0,196 |
| 1α Librae . . | 32 | 14 40 28,491 | 3,3004 | + 0,0156 | − 0,125 | — | − 0,154 |
| 2α — . . . | 32 | 14 40 39,892 | 3,3032 | + 0,0156 | − 0,188 | − 0,141 | − 0,108 |
| α Coronae . . | 54 | 15 26 51,562 | 2,5379 | + 0,0024 | − 0,204 | − 0,351 | − 0,318 |
| α Serpentis . . | 43 | 15 35 9,840 | 2,9499 | + 0,0064 | − 0,194 | − 0,164 | − 0,123 |
| α Scorpii . . | 30 | 16 18 5,030 | 3,6621 | + 0,0157 | − 0,307 | + 0,030 | + 0,019 |
| α Herculis . . | 63 | 17 6 13,035 | 2,7311 | + 0,0037 | − 0,156 | − 0,259 | − 0,269 |
| α Ophiuchi . . | 89 | 17 26 21,076 | 2,7772 | + 0,0034 | − 0,186 | − 0,179 | − 0,184 |
| α Lyrae . . . | 141 | 18 30 40,588 | 2,0307 | + 0,0016 | − 0,112 | − 0,262 | − 0,170 |
| γ Aquilae . . | 166 | 19 37 27,887 | 2,8561 | − 0,0009 | − 0,126 | − 0,093 | − 0,084 |
| α — . . . | — | 19 41 45,398 | 2,9295 | − 0,0015 | − 0,202 | − 0,102 | − 0,086 |
| β — . . . | 190 | 19 46 13,586 | 2,9515 | − 0,0016 | − 0,170 | − 0,150 | − 0,110 |
| 1α Capricorni . | 79 | 20 7 23,212 | 3,3348 | − 0,0081 | − 0,247 | − 0,110 | − 0,115 |
| 2α — . . . | 79 | 20 7 47,000 | 3,3393 | − 0,0081 | − 0,193 | − 0,070 | − 0,056 |
| α Cygni . . . | 158 | 20 35 7,725 | 2,0417 | + 0,0022 | − 0,259 | − 0,269 | − 0,284 |
| α Aquarii . . | 56 | 21 56 16,805 | 3,0852 | − 0,0043 | − 0,261 | − 0,144 | − 0,119 |
| α Piscis austrini | 55 | 22 47 24,405 | 3,3424 | − 0,0218 | − 0,292 | − 0,130 | − 0,089 |
| α Pegasi . . . | 49 | 22 55 33,276 | 2,9825 | + 0,0052 | − 0,254 | − 0,207 | − 0,188 |
| ε Andromedae . | 52 | 23 58 50,870 | 3,0780 | + 0,0176 | − 0,249 | − 0,294 | − 0,293 |

9.

Unter den drei Bestimmungen, die in dieser Abhandlung aus den Königsberger Sonnenbeobachtungen gezogen wurden, ist die des Fehlers der vorausgesetzten geraden Aufsteigung des α Aquilae die wichtigste, indem sie auf die Bewegungen aller Himmelskörper und auf die Praecession einen merklichen Einfluss hat. Es würde daher sehr wünschenswerth seyn, wenn man dieser Bestimmung, durch Verbindung mit den ähnlichen von Maskelyne und Piazzi, noch gröfsere Sicherheit geben könnte, als sie für sich schon hat. Dieses ist aber bis jetzt unthunlich, indem die beiden eben erwähnten Bestimmungen vor der Entwickelung der Theorie der wahrscheinlichen Fehler gemacht sind, und daher die Angabe derselben entbehren.

Dafs diesen früheren Bestimmungen kleinere wahrscheinliche Fehler zugekommen seyn würden, als der gegenwärtigen, halte ich für unwahrscheinlich, theils weil sie auf resp. 6 und 5 Nachtgleichen beruhen, während die meinige sich auf 3 volle Jahrgänge gründet, theils weil der wahrscheinliche Fehler jeder einzelnen meiner Beobachtungen wohl nicht gröfser seyn mögte als der der Maskelyneschen oder Piazzischen. Zwar sind diese letzteren bis jetzt nicht bestimmt worden; allein eine aus meinen Beobachtungen durch unmittelbare Vergleichung mit der Sonne zur Zeit der Nachtgleichen gefolgerte Rectascension hat den wahrscheinlichen Fehler (Art. 7.)

$$\frac{9'',4926}{15}\sqrt{\left(\frac{9}{4}+\operatorname{Cotg}\omega^2\right)}=0'',2736 \text{ in Zeit}$$

und dieser ist kaum gröfser als der aus Bradley's Beobachtungen (Fund. Astr. P. 19.) bestimmte $=0'',2637$, welcher die wahrscheinlichen Fehler der Maskelyneschen und Piazzischen Beobachtungen gewifs nicht übersteigt. Eine neue Berechnung könnte diese näher angeben; wenn aber Jemand sie unternähme, so würde es zu wünschen seyn, dafs er sich eine genaue Nachricht über die von beiden Beobachtern angewandte Art der Beschirmung der Instrumente vor den Sonnenstrahlen verschaffte. Diese mufs nämlich, nach meinen darüber angestellten Beobachtungen, als sehr wesentlich angesehen werden; ihre Unterlassung kann einen beständigen Fehler von einer halben Zeitsekunde, oder vielleicht noch mehr, erzeugen.

Wenn man, aus dem angeführten Grunde, die neue Bestimmung auch nicht mit den beiden älteren verbinden kann, um den wahrscheinlichen Fehler dadurch zu vermindern, so wird es doch interessant seyn, zu untersuchen, wie alle drei zusammenstimmen.

Nimmt man aus allen Unterschieden des Maskelyneschen Verzeichnisses für 1805 von dem meinigen das Mittel, so hat man es $= -0'',176$, welches als eine Annäherung an den Unterschied der beiderseitigen Bestimmungen des Frühlingsnachtgleichenpunkts angesehen werden kann. Allein Maskelyne's Beobachtungen wurden in den Nachtgleichen von 1804, 1805 und 1806 gemacht und mit einer Nutation berechnet, deren von den Oertern der Sterne unabhängiger Theil $= -16'',4 \sin\Omega$ ist. Die neue Bestimmung der Nutation macht daher eine Verbesserung der Rectascensionen von $-1'',005 \sin\Omega$ nothwendig, welche für die angeführten Nachtgleichen $+0'',062$ in Zeit beträgt, und den Unterschied auf $-0'',114$ verringert.

Piazzi bestimmte $\alpha$ Canis min. und $\alpha$ Aquilae durch unmittelbare Vergleichungen mit der Sonne in den Herbstnachtgleichen von 1803, 1804 und 1805 und den Frühlingsnachtgleichen von 1804 und 1805 beobachtet. Nach der v. Lindenauschen Bestimmung der Nutation erfordert daher Piazzi's Rechnung die Verbesserungen

für $\alpha$ Canis min. . . . $+0'',066$; $\alpha$ Aquilae . . . $+0'',058$,

welche, mit den im vorigen Art. angegebenen Unterschieden beider Verzeichnisse, nämlich

$-0'',060$ und $-0'',102$

verglichen, den verbesserten Unterschied der Piazzischen Bestimmungen von den meinigen $= +0'',006$ und $-0'',044$ im Mittel $-0'',019$ übrig läfst.

Wenn man diese nähere Uebereinstimmung, die die neue Nutation in den drei Verzeichnissen herbeigeführt hat, mit den grofsen Unterschieden vergleicht, die mit der älteren gefunden seyn würden, so hat man eine neue Bestätigung der v. Lindenauschen Nutation; die Königsberger Beobacht. des Polarsterns haben eine andere, noch sichrere gegeben.

# Auflösung einer geometrischen Aufgabe.

Von Herrn Grüson. *)

## I.

Aufgabe. Einen Triangel aus den drei gegebenen Halbmessern der drei äufsern Berührungskreise, deren jeder eine Seite des Triangels und die Verlängerungen der beiden andern Seiten berührt, zu bestimmen. (Fig. 1.)

Aufl. Es sei ABC der gesuchte Triangel,

$\varrho, \varrho', \varrho''$ seien die gegebenen Halbm. der äufsern Berührungskreise,

r der uns unbekannte Halbm. des eingeschriebenen Kreises,

a, b, c die uns unbekannten Seiten BC, CA, AB des gesuchten Triangels ABC,

und $s = \frac{a+b+c}{2}$ der halbe Umfang des Triangels ABC.

Den Ueberschufs dieses halben Umfangs über jeder Seite wollen wir das Complement jeder Seite nennen.

So ist leicht aus der Figur zu sehen, dafs die drei Mittelpunkte H, M, P der drei äufsern Kreise einen Triangel HMP bilden, dessen Seiten MP, MH, HP durch die Winkelspitzen A, B, C des gesuchten Triangels ABC gehen, und dafs die Linien AH, BP, CM, welche die Winkelspitzen A, B, C des gesuchten Triangels mit den gegenüberliegenden Mittelpunkten H, P, M der gedachten äufsern Berührungskreise verbinden, auf den Seiten des Triangels HMP perpendicular stehen.

1) Die Linien von jedem der drei Winkel A, B, C bis zu den beiden Berührungspunkten des eingeschriebenen Kreises,

*) Vorgelesen am 12. März 1818.

die sich auf den Seiten dieses Winkels befinden, sind respective gleich den Complementen der Gegenseiten.

So ist AE oder AG $= s - a$;
BE oder BF $= s - b$;
CF oder CG $= s - c$.

2) Die beiden Linien von jedem der drei Winkel A, B, C bis zu den beiden Berührungspunkten des äufsern Berührungskreises, der zwischen den Seiten dieses Winkels liegt, sind jede gleich dem halben Umfang des Triangels ABC.

So ist $AI = AL = BQ = BT = CO = CR = s$

3) Also auch $CT = CS = BO = BN = s - a$;
$CL = CK = AR = AN = s - b$;
und $BI = BK = AQ = AS = s - c$.

4) Die drei Complemente der Seiten $s - b$, $s - c$, $s - a$ verhalten sich wie die drei Gröfsen $\frac{1}{\varrho} : \frac{1}{\varrho'} : \frac{1}{\varrho''}$ oder wie die drei Gröfsen $\varrho' . \varrho''$, $\varrho . \varrho''$, $\varrho . \varrho'$. Dieses folgt aus der Aehnlichkeit der Triangel AQP, ANM; CTP, CKM.

5) Es verhalten sich also diese Complemente und der halbe Umfang wie $\varrho' . \varrho''$, $\varrho . \varrho''$, $\varrho . \varrho'$, $\varrho' . \varrho'' + \varrho . \varrho'' + \varrho . \varrho'$
und demnach, weil $r : \varrho = BF : BT = s - b : s$,
so ist $r : \varrho = \varrho' . \varrho'' : \varrho' . \varrho'' + \varrho . \varrho'' + \varrho . \varrho'$

und $$r = \frac{\varrho . \varrho' . \varrho''}{\varrho' . \varrho'' + \varrho . \varrho'' + \varrho . \varrho'};$$

6) Oder die Relation, welche zwischen den vier Halbm. der Kreise, von welchen der eine ein eingeschriebener und die drei andern äufsere Berührungskreise des Triangels sind, ist

$$r\varrho'\varrho'' + r\varrho\varrho'' + r\varrho\varrho' - \varrho\varrho'\varrho'' = 0.$$

7) Die Complemente der drei Seiten sind aus (5)

$$s - b = s . \frac{r}{\varrho}; \quad s - c = s . \frac{r}{\varrho'}; \quad s - a = s . \frac{r}{\varrho''}$$

oder $$s - b = \frac{\varrho'\varrho''}{\varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'} . s; \quad s - c = \frac{\varrho\varrho''}{\varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'} . s; \quad s - a = \frac{\varrho\varrho'}{\varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'} . s.$$

8) Aus der Aehnlichkeit der Triangel CTP und CGD ergiebt sich

$$\varrho : TC = CG : r$$

oder $\varrho : s-a = s-c : r$,

folglich $CT \cdot CG = (s-a)\cdot(s-c) = r \cdot \varrho$.

Eben so ist $AR \cdot AE = (s-b)(s-a) = r \cdot \varrho'$

und $BI \cdot BF = (s-c)(s-b) = r \cdot \varrho''$;

d. h. in jedem Triangel ist das Rectangel aus den Complementen zweier Seiten eines Winkels gleich dem Rectangel aus dem Halbmesser des eingeschriebenen Kreises und dem Halbmesser des in demselben Winkel liegenden äufsern Berührungskreises.

9) Aus (8) folgt

$$\varrho : s-c = s-a : r,$$

$$\text{also auch } \varrho : s\cdot\frac{r}{\varrho'} = s\cdot\frac{r}{\varrho''} : r$$

$$= s : \varrho'';$$

$$\text{mithin } s^2\cdot\frac{r}{\varrho'} = \varrho\cdot\varrho'';$$

$$s^2 \cdot r = \varrho\cdot\varrho'\cdot\varrho'' \text{ und hieraus}$$

$$s^2 = \varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'$$

$$s = \sqrt{\varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'}$$

$$r = \frac{\varrho\varrho'\varrho''}{s^2}$$

10) Der Inhalt des Triangels ABC ist also

$$\Delta ABC = r\cdot s = \frac{\varrho\varrho'\varrho''}{s^2}\cdot s \;(9) = \frac{\varrho\varrho'\varrho''}{s}$$

$$= \frac{\varrho\varrho'\varrho''}{\sqrt{\varrho'\varrho'' + \varrho\varrho'' + \varrho\varrho'}}$$

der Inhalt des Triangels ist also durch die Halbmesser der äufsern Berührungskreise völlig bestimmt.

Oder da aus (9) $s = \sqrt{\frac{\varrho\varrho'\varrho''}{r}}$,

so ist auch $\Delta ABC = \frac{\varrho\varrho'\varrho''}{s} = \varrho\varrho' : \sqrt{\frac{\varrho\varrho'\varrho''}{r}} = \sqrt{r\cdot\varrho\varrho'\varrho''}$.

Folglich ist der Inhalt eines Triangels ausgedrückt durch die Quadratwurzel aus dem Produkte der vier gedachten Halbmesser; oder auch der Inhalt des Triangels ist die mittlere Proportional-Fläche zwischen zwei Rectangeln, von welchen das eine zwei Halbmesser zu Seiten und das andere die andern Halbmesser zu Seiten hat.

11) Es ist nun leicht, auch die noch übrigen bei dem Triangel ABC vorkommenden Stücke in Functionen der Halbmesser $\varrho$, $\varrho'$, $\varrho''$ auszudrücken, nämlich: die Complemente der Seiten

$$s-a = s.\frac{r}{\varrho''} = \frac{\varrho\varrho'}{s} = \frac{\varrho\varrho'}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}},$$

$$s-b = s.\frac{r}{\varrho} = \frac{\varrho'\varrho''}{s} = \frac{\varrho'\varrho''}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}$$

$$\text{und } s-c = s.\frac{r}{\varrho'} = \frac{\varrho\varrho''}{s} = \frac{\varrho\varrho''}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}.$$

12) Die Seiten des Triangels

$$a = s-b + s-c = \frac{\varrho'\varrho''}{s} + \frac{\varrho\varrho''}{s} (11) = \frac{\varrho''(\varrho+\varrho')}{s} = \frac{\varrho''(\varrho+\varrho')}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}};$$

$$b = s-c + s-a = \frac{\varrho\varrho''}{s} + \frac{\varrho\varrho'}{s} = \frac{\varrho(\varrho'+\varrho'')}{s} = \frac{\varrho(\varrho'+\varrho'')}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}};$$

$$c = s-a + s-b = \frac{\varrho\varrho'}{s} + \frac{\varrho'\varrho''}{s} = \frac{\varrho'(\varrho+\varrho'')}{s} = \frac{\varrho'(\varrho+\varrho'')}{\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}.$$

13) Cotangenten der halben Winkel des Triangels ABC

$$\text{Cotg } \frac{1}{2} A = \frac{s}{\varrho''} = \frac{1}{\varrho''}.\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'} \quad (9)$$

$$\text{Cotg } \frac{1}{2} B = \frac{s}{\varrho} = \frac{1}{\varrho}.\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}$$

$$\text{Cotg } \frac{1}{2} C = \frac{s}{\varrho'} = \frac{1}{\varrho'}.\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}$$

14) Sinus

14) Sinus der Winkel des Triangels ABC:

$$\sin A = \frac{2\Delta}{bc} = \frac{2\varrho\varrho'\varrho''}{bc.s} (10) = \frac{2\varrho''.s}{(\varrho'+\varrho'')(\varrho+\varrho'')} (12) = \frac{2\varrho''.\sqrt{\varrho\varrho'+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}{(\varrho'+\varrho'')(\varrho+\varrho'')} (9);$$

$$\sin B = \frac{2\varrho\varrho'\varrho''}{a.c.s} = \frac{2\varrho.s}{(\varrho+\varrho')(\varrho+\varrho'')} = \frac{2\varrho.\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}{(\varrho+\varrho').(\varrho+\varrho'')};$$

$$\sin C = \frac{2\varrho\varrho'\varrho''}{a.b.s} = \frac{2\varrho'.s}{(\varrho+\varrho')(\varrho+\varrho'')} = \frac{2\varrho'.\sqrt{\varrho'\varrho''+\varrho\varrho''+\varrho\varrho'}}{(\varrho+\varrho')(\varrho'+\varrho'')}.$$

Noch ergeben sich folgende nützliche und merkwürdige Relationen, die bei manchen Aufgaben über Triangel sehr dienlich sind.

15) In jedem Triangel ist das Rectangel aus zwei Seiten eines Winkels gleich dem Rectangel aus den Entfernungen seines Scheitels vom Mittelpunkt des eingeschriebenen Kreises und vom Mittelpunkt desjenigen der äufseren Berührungskreise, der in demselben Winkel liegt, d. h. AB . AC = AD . AH.

Bew. Um das Vierseit BDCH läfst sich ein Kreis beschreiben, daher ist $\angle DBC = \angle DHC$; also auch $\angle AHC = ABD$.

Die Triangel AHC, ADB sind also ähnlich und geben

$$AH : AC = AB : AD,$$

folglich $AB . AC = AH . AD.$

Eben so ist $BA . BC = BP . BD$

und $CA . CB = CM . CD$

16) $BT : \varrho = BF : r,$

$\varrho : CT = CG : r;$

mithin $BT : CT = CG . BF : r^2;$

folglich $r^2 = \frac{CT . CF . FB}{BT} = \frac{s-a.s-b.s-c}{s};$

d h. das Quadrat vom Halbmesser des eingeschriebenen Kreises ist gleich dem Produkte der Complemente der drei Seiten dividirt durch ihre halbe Summe.

17) $BF : r = BT : \varrho$

u. $r : FC = CT : \varrho;$

mithin $BF : FC = BT . CT : \varrho^2;$

folglich $\varrho^2 = \frac{BT.CT.CF}{BF} = \frac{s.s-a.s-c}{s-b}$.

Eben so ist $\varrho'^2 = \frac{s.s-a.s-b}{s-c}$

und $\varrho''^2 = \frac{s.s-b.s-c}{s-a}$,

d. h. das Quadrat vom Halbmesser eines jeden der drei äufsern Berührungskreise ist gleich dem Produkte aus der halben Summe der Seiten und den Complementen der zwei Seiten, zwischen welchen der Kreis enthalten ist, und dieses Produkt dividirt mit dem Complemente der dritten Seite.

18) $AL : AH = AG : AD$
und $AH : AC = AB : AD$ (15),

mithin $AL : AC = AB.AG : AD^2$;

folglich $AD^2 = \frac{AC.AB.AG}{AC} = \frac{bc.s-a}{s}$.

Eben so ist $BD^2 = \frac{ac.s-b}{s}$

und $CD^2 = \frac{ab.s-c}{s}$;

d. h. das Quadrat der Entfernung des Mittelpunkts D des im Triangel ABC um eine Winkelspitze beschriebenen Kreises ist gleich dem Produkte aus den Seiten des Winkels und dem Complemente der dritten Seite dividirt durch die halbe Summe aller drei Seiten.

19) $AG : AD = AL : AH$
und $AD : AB = AC : AH$,

mithin $AG : AB = AL.AC : AH^2$;

folglich $AH^2 = \frac{AL.AC.AB}{AG} = \frac{s.bc}{s-a}$.

Eben so finden wir $BP^2 = \frac{s.ac}{s-b}$

und $CM^2 = \frac{s.ab}{s-c}$,

d. h. das Quadrat der Entfernung des Mittelpunkts eines äufsern Berührungskreises von einer Winkelspitze des Triangels ABC ist gleich dem Produkte aus der halben Summe aller drei Seiten des Triangels und dem Produkte der beiden Seiten, zwischen welchen der gedachte Kreis liegt, dividirt durch das Complement der dritten Seite.

20) Aus der Aehnlichkeit der Triangel AGD, HCM und HBP folgt

$$HB : HC = HP : HM;$$

also sind auch $\Delta HMP \backsim \Delta HBC$ und daher auch $\backsim \Delta BAM \backsim \Delta ACP$.

Wir haben also

$$\begin{aligned} BI : BH &= BN : BM, \\ BH : BC &= BA : BM; \end{aligned}$$

$$\text{also } BI : BC = BA . BN : BM^2;$$

$$\text{folglich } BM^2 = \frac{BC . BA . BN}{BI} = \frac{ac . s-a}{s-c}.$$

$$\text{Eben so ist } AM^2 = \frac{bc . s-b}{s-c}.$$

$$AP^2 = \frac{bc . s-c}{s-b}.$$

$$CP^2 = \frac{ab . s-a}{s-b}.$$

$$CH^2 = \frac{ab . s-b}{s-a}.$$

$$BH^2 = \frac{ac . s-c}{s-a}.$$

D. h. das Quadrat von einer jeden der sechs Linien, welche die Entfernung des Mittelpunkts eines jeden äufsern Berührungskreises von den zwei anliegenden Winkelspitzen des Triangels ABC ausdrücken, ist gleich dem Produkte der beiden Seiten des Winkels und dem Complemente derjenigen von beiden, die nur in ihrer Verlängerung von diesem Kreise berührt wird, dividirt durch das Complement der andern.

21) $AE : AD = BM : MD,$

$$\text{also } \frac{AD \cdot BM}{AE} = MD;$$

$$\text{mithin } \frac{AD^2 \cdot BM^2}{AE^2} = MD^2.$$

Nun ist $AD^2 = \frac{bc \cdot s-a}{s}$ (18),

$$BM^2 = \frac{ac \cdot s-a}{s-c} \text{ (20)},$$

$$AE = s-a \text{ (1)},$$

$$\text{folglich } MD^2 = \frac{abc^2}{s \cdot s-c}.$$

Eben so findet man $HD^2 = \frac{bca^2}{s \cdot s-a}$,

$$PD^2 = \frac{acb^2}{s \cdot s-b}.$$

D. h. das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkt des eingeschriebenen Kreises von dem eines jeden äufsern Berührungskreises ist gleich dem Produkte der beiden Seiten, welche den Kreis enthalten, multiplicirt mit dem Quadrate der dritten Seite und dividirt durch das Produkt aus dem Complemente dieser dritten Seite und der halben Summe aller drei Seiten.

22) $AG : AD = BP : PH,$

$$PH = \frac{AD \cdot BP}{AG}, \text{ also } PH^2 = \frac{AD^2 \cdot BP^2}{AG^2}$$

Nun ist $AD^2 = \frac{bc \cdot s-a}{s}$ (18),

$$BP^2 = \frac{s \cdot ac}{s-b} \text{ (19)},$$

$$AG^2 = (s-a)^2 \text{ (1)};$$

$$\text{folglich } PH^2 = \frac{abc^2}{(s-a)(s-b)}.$$

Eben so findet man $HM^2 = \frac{acb^2}{s-a \,.\, s-c}$,

$$MP^2 = \frac{bca^2}{s-b \,.\, s-c}.$$

D. h. das Quadrat der Entfernung zwischen den Mittelpunkten zweier äufsern Berührungskreise ist gleich dem Produkte aus dem Quadrate der dieser Distanz gegenüberliegenden Seite des Triangels ABC und den beiden andern Seiten, dividirt durch das Produkt der Complemente dieser Seiten.

23) Endlich Inhalt des Triangels ABC gleich

$$s \,.\, r = \sqrt{s^2 \,.\, r^2} = \sqrt{s \,.\, s-a \,.\, s-b \,.\, s-c}. \quad (16)$$

Diese allgemeinen Relationen, welche zwischen den drei Seiten eines Triangels und den vier Halbmessern der vier Berührungskreise und der Entfernungen ihrer Mittelpunkte sowohl unter sich als auch zwischen den drei Winkelspitzen Statt finden, schienen mir merkwürdig genug, hier aufgestellt zu werden. Ich theile hier noch eine Kleinigkeit mit, der man ihrer Einfachheit wegen den Platz gönnen wird.

## II.

Es sei Fig. 2. ein $\triangle ABC$. Von dem Mittelpunkt D, des umschriebenen Kreises fälle man auf die Seiten des Triangels Perpendikel, deren Verlängerung man dem Abstand der Seite vom Mittelpunkt D des umschriebenen Kreises gleich macht. Also $LE = LD$; $KF = KD$; $MG = GD$. Verbindet man nun die Punkte E, F, G, so ist der Triangel $EFG \cong \triangle ABC$. Denn da AB und DG sich unter einem rechten Winkel gegenseitig halbiren, so ist DAGB ein Rhombus; aus denselben Gründen sind auch DAFC und DCEB Rhomben, folglich alle Seiten dieser Rhomben einander gleich und gleich dem Halbmesser DA des umschriebenen Kreises. Fällt man nun von den Winkelspitzen A, B, C des Triangels ABC Perpendikel auf die Seiten des Triangels EFG, so werden diese Seiten durch jene Perpendikel halbirt. Diese drei Perpendikel müssen daher alle durch den Mittelpunkt H des um den Triangel EFG beschriebenen Kreises gehen. D. i. die drei Perpendikel von den Winkelspitzen eines Triangels auf den

Gegenseiten schneiden sich alle in einem gemeinschaftlichen Punkte und Kreise, aus E, F, G mit EB, FA, GA beschrieben, müssen sich alle drei in einem gemeinschaftlichen Punkte H schneiden, welches der Mittelpunkt des um den Triangel EFG beschriebenen Kreises ist.

Ferner sind die rechtwinkl. $\triangle ABN$ und DBL einander ähnlich, daher haben wir

$$BD : BL = AB : BN,$$

$$\text{mithin } BN = \frac{BL \cdot AB}{BD},$$

$$\text{folglich } AC \cdot BN = \frac{BL \cdot AB \cdot AC}{BD}$$

$$= \frac{2BL \cdot AB \cdot AC}{2BD}$$

$$= \frac{BC \cdot AC \cdot AB}{2BD}$$

$$= \frac{a \cdot b \cdot c}{2R},$$

d. h. das Produkt aus allen drei Seiten eines Triangels dividirt durch den Durchmesser des umschriebenen Kreises ist gleich dem doppelten Inhalt des Triangels.

Folglich der Halbmesser R des umschriebenen Kreises

$$R = \frac{\frac{1}{4}abc}{\text{Triangel}} = \frac{\frac{1}{4}abc}{\sqrt{s \cdot s-a \cdot s-b \cdot s-c}}.$$

## Nachtrag.

Eine bemerkenswerthe Eigenschaft der Kegelschnitte, die ich als Lehrsatz hier mittheile, empfiehlt sich besonders durch den äufserst leichten und einfachen geometrischen Beweis, den ich davon aufgefunden habe.

Lehrsatz. Wenn man durch einen Punkt in der Ebene eines Kegelschnitts zu dieser Curve Secanten zieht, und man die Durchschnittspunkte von irgend einer Secante mit den Durchschnittspunkten einer andern Secante durch Diagonalen verbindet, so liegen alle Durchschnittspunkte dieser Diagonalen in gerader Linie.

Beweis. Es sei ABDFEC (Fig. 3.) ein Kegelschnitt, und K ein Punkt in der Ebene dieses Schnittes, den wir aufserhalb der Curve annehmen. Wenn wir durch diesen Punkt, so viel man will, Secanten KB, KD, KF ziehen, und die Durchschnittspunkte von einer jeden der Secanten mit den Durchschnittspunkten der Curve mit den andern Secanten durch gerade Linien verbinden, so liegen die Durchschnittspunkte G, H etc. von allen diesen Diagonalen nothwendig in einer geraden Linie.

Man nehme einen Punkt I aufserhalb der Ebene des Schnittes und betrachte diesen Punkt als die Spitze eines Kegels, dessen Erzeugungslinien sich alle an die Curve ABDFEC anlehnen, so werden die Durchschnitte der Ebenen IKB, IKD, IKF etc. mit der Ebene abdfec, die mit KI parallel läuft, gerade Linien ab, cd, ef etc. sein, die mit KI parallel, also auch unter sich parallel sind; wenn aber in einem Kegelschnitt, so wie abdfec, ein System von Sehnen parallel ist, so halbirt eine Linie, die irgend zwei von ihnen halbirt, auch alle übrigen; überdem liegen auf dieser Halbirungslinie alle Durchschnittspunkte der geraden Linien von den Endpunkten jeder dieser Sehnen bis zu den Endpunkten der andern Sehnen, also liegen die Punkte g, h etc. in einer geraden Linie. Uebrigens schneiden die aus dem Scheitel I zu diesen Durchschnittspunkten gezogenen Linien die Ebene ABDFEC in Punkten, welche die Durchschnittspunkte von den correspondirenden Linien in der vorgegebenen Figur sind, folglich liegen diese Punkte

in einer geraden Linie, welches der Durchschnitt der Ebene ABDFEC mit der Ebene Igh ist.

Da das Raisonnement unabhängig von der Art des Kegelschnitts und von der Lage des in seiner Ebene genommenen Punkts K ist, so gilt dieser Lehrsatz für jede Art von Kegelschnitt, der Punkt K mag aufserhalb oder innerhalb des Kegelschnitts liegen.

# Algebraische Bestimmungsmethode der Länge, Breite und Azimuthe bei geodätischen Vermessungen.

Von Herrn Tralles.*)

Wenn ein Dreiecknetz durch geometrische Vermessungen ausgeführt ist, so erfordert der Entwurf desselben als Charte oder ein endlich darzulegendes Zahlenresultat nur noch die Berechnung der Längenunterschiede und der Breiten der Dreieckspunkte, indem man von einem derselben die Breite als bekannt annimmt oder astronomisch bestimmt. Die Beziehung der verschiedenen Punkte durch perpendikulare Bogen auf den Meridian eines einzigen und den Abschnitten in diesem durch jene, ist keine zu empfehlende Methode bei Vermessungen von bedeutender Ausdehnung, giebt dann auch keine nützliche Resultate, und ist als Hülfsmittel, um nachher vermittelst derselben die Längen und Breiten zu berechnen, mehr als entbehrlich, indem es nur durch zweifache Rechnungen zu einem leicht weniger genauen Resultate führt, als man bequemer und sicherer ohne jenen Umweg erhalten kann. Allein auch die unmittelbare Auflösung der Aufgabe, über welche ich in einer früheren von der Akademie in ihren Schriften aufgenommenen Abhandlung Bemerkungen gegeben, nimmt die Aufgabe nicht in ihrer einfachsten Form, und geht daher in eine Approximationsmethode über, welche freilich das Gesuchte so genau findet, dafs, praktisch betrachtet, und in Beziehung auf die Genauigkeit der Data aus der Messung, wohl nichts zu wünschen übrig bleibt. Aber damit ist die Wissenschaft nicht befriediget wenn das Problem einer angemesseneren Behandlung fähig ist, sollte

*) Vorgelesen am 22. Juli 1819.

auch diese nicht praktisch so bequem als die Annäherungsmethode seyn. Diese gebraucht, wenn sie genau verfahren will, für die erforderlichen Winkel die Radien der Krümmung des Erdellipsoids nach verschiedenen Richtungen, und nimmt in einer solchen die Entfernungen zweier Punkte auf der Erdoberfläche als den Bogen des mit dem dazu gehörigen Krümmungshalbmesser beschriebenen Kreisbogens an. Die erste Abweichung von der mathematischen Genauigkeit ist die, dafs ein solcher Bogen auf der Erde ein elliptischer, kein Kreisbogen, und also nur bekannt wird, von welcher Ordnung der Abplattung der Erde die vernachläfsigte Gröfse ist, ohne deren Werth in die Rechnung mit aufzunehmen und bis zum endlichen Resultate beibehalten zu können. Eine andere Abweichung entsteht dadurch, dafs in gewohnter Berechnung der Dreiecksseiten dieselben als zu einer mittlern Kugel gehörig angenommen werden, welche Kugel das Erdellipsoid nicht in allen Richtungen berühren kann, und zu welchem Kugeldreieck auch die beobachteten Winkel, strenge genommen, nicht gehören. Das Problem verwirrt sich also auf diese Weise, obwohl es einer ganz reinen Ansicht fähig ist. Diese darzustellen hat ein geometrisches Interesse, und ich glaube daher dasselbe, da es, so viel mir bekannt, von Niemandem aufgefafst worden, der Akademie vortragen zu dürfen. Ich gehe von der Voraussetzung aus, die Gröfse und Figur der Erde im Ganzen sei bekannt, oder es sei das die Erde in der Gegend der Vermessungen berührende Ellipsoid ein gegebenes, und auf diesem sei die gradlinichte Entfernung zweier Oerter bekannt. Wie diese bekannt seie, wie sie gemessen werden könne, untersuche ich hier nicht, denn man wird bei einiger Ueberlegung finden, dafs es nicht so leicht und einfach ist, wie es beim ersten Anblick scheinen möchte, die geradlinichte Entfernung zweier Orte der Erdoberfläche, die nicht in der Oberfläche eines Meeres liegen und zwischen den Spitzen eines Zirkels gefafst werden können, zu bestimmen. Aber es ist auch nicht minder schwierig, die wahre Länge des Bogens zwischen solchen Punkten auszumitteln. Ich setze also voraus, dafs, auf welche Weise man wolle, in einem Dreiecknetz die gradlinichte Entfernungen der Punkte auch die Polhöhe eines derselben nebst dem Azimuth eines andern astronomischen bestimmt seien. Dann lassen sich die Längenunterschiede der übrigen Punkte von diesem als ersten angenommenen, ihre Breiten und wechselseitige Azimuthe durch rein algebraische Gleichungen angeben, die ich entwickele. Wollte man auch erinnern, dafs der numerische Werth der Wurzeln solcher

Gleichungen auch nur näherungsweise bekannt wird, so ist doch zu bemerken, dafs diese Näherung so weit getrieben werden kann als man will, welches in den bisherigen transcendenteren Methoden keinesweges der Fall ist. Uebrigens wird das algebraische dadurch nicht gestört, dafs Sinusse und andere trigonometrische Funktionen in denselben vorkommen.

Es sei c die gradlinichte Entfernung zweier Punkte, die ich, bequemer Unterscheidung wegen, mit (A) und (B) bezeichne, auf der Oberfläche der Erde, als rundes Ellipsoid betrachtet, dessen Polaraxe $= 2b$ und Radius des Aequators $(1 + \alpha)\, b$.

Die Normale des einen Punktes (A) mache mit der Erdaxe den Winkel D, dieser ist also gleich der Aequatorhöhe des Ortes oder dem Complement der Breite. Eine Ebene durch beide Punkte (A, B) und der Normale des ersten (AD) mache mit der Meridianebene von diesem den Winkel A, welcher als das Azimuth des andern Punktes (B) aus dem ersten beobachtet angesehen werden kann.

Man betrachte die Meridianebene des ersten Punktes (A) als eine Coordinatenebene für die veränderlichen x und z, und eine auf dieser durch die Erdaxe rechtwinklicht gehende als die Coordinatenebene für z und y, und setze den Anfangspunkt der gegen einander rechtwinklichten Coordinaten x, y, z im Mittelpunkt der Erde (O). Durch diese Coordinaten x, y, z denke man den andern Punkt (B) als bestimmt, und nenne $\xi$, $\zeta$ die des ersten Punktes (A) für welchen $y = 0$; so ist:

$$c^2 = (x-\xi)^2 + y^2 + (z-\zeta)^2.$$

Zwischen x, y, z hat man, wegen der Natur des Ellipsoids, die Gleichung

$$z^2 + y^2 + (1+\alpha^2)\, x^2 - b^2\, (1+\alpha)^2 = 0.$$

Da aber auch die Ebene, welche durch die Normale des einen Punktes (A) und durch den andern Punkt (B) geht, bestimmt ist, so lassen sich für die Gleichung derselben

$$g = x + \varkappa y + \lambda z$$

die sie bestimmende Gröfsen finden.

Man hat also drei Gleichungen zwischen den drei als unbekannt betrachteten Coordinaten x, y, z des andern Punktes (B), durch welche sie also bestimmbar sind.

Um die Werthe jener Koeffizienten $\varkappa$, $\lambda$ und die Gröfse von g für die Gleichung der Vertikalebene des einen Punkts (A), in welcher sich der andere befindet, zu erhalten, setze man in derselben zuerst $y = o$ und $z = o$, so wird x in der Coordinaten-Axe der x den Punkt bestimmen, in welchem die Ebene von ihr getroffen wird. Dieser Punkt ist (D) derjenige, in welchen die Normale des ersten Punkts die Axe schneidet. Nun wird die Gleichung in dieser Voraussetzung

$$g = x.$$

Aber der Abstand des Durchschnittspunktes der Normale und der Axe vom Mittelpunkt der Ellipse ist bekanntlich $(2\alpha + \alpha^2)\,\xi = \varepsilon^2\,\xi$ und in der den positiven x entgegengesetzten Richtung, also ist zu setzen

$$g = -\,\varepsilon^2\,\xi$$

Setzt man zweitens blofs $y = o$, so mufs die Gleichung der Ebene in die ihres Durchschnitts mit der Coordinatenebene xz übergehen, also in die Gleichung der Normale, also müssen die Gleichungen

$$g = x + \lambda z \text{ oder } o = \varepsilon^2\,\xi + x + \lambda z$$

$$\text{und } z = (\varepsilon^2\,\xi + x) \text{ tang D}$$

identisch seyn, daher

$$\lambda = -\cot D.$$

Da endlich jene Ebene mit der Meridianebene des ersten Punkts (A) einen Winkel = A machen soll, die Gleichung dieser letztern aber

$$y = o,$$

so ist:

$$\cos A = \frac{\varkappa}{\sqrt{1 + \varkappa^2 + \lambda^2}}.$$

$$\text{Daher } \varkappa = \cot A \sqrt{1 + \lambda^2} \text{ oder } \varkappa = \frac{\cot A}{\sin D}.$$

Man kann den Werth von $\varkappa$ auch durch die Betrachtung bestimmen, dafs in der Gleichung der Ebene $z = o$ gesetzt, die entstehende Gleichung

$$g = x + \varkappa y,$$

die der Durchschnittslinie derselben und der Coordinaten-Ebene xy seyn mufs, also ist $\varkappa$ die Cotangente des Winkels dieser Linie mit der Axe der x. Es bilden aber die Durchschnittslinie, die Axe der x, und die Normale ein rechtwinklichtes sphärisches Dreieck, in welchem der Flächen-Winkel

an der Normale A die daran liegende Seite D, der folgende an der Axe der x befindliche Flächen-Winkel ein rechter. Daher ist die Cotangente der nebst D diesen rechten Winkel einschliefsenden Seite, das ist $\varkappa$, nach den Formeln der sphärischen Trigonometrie gleich cot A . cosec D, wie oben.

Die Gröfsen $\xi$ und $\zeta$ sind ebenfalls durch den Winkel D bestimmt, denn man hat $2\alpha+\alpha^2$ gleich $\varepsilon^2$ gesetzt

$$\xi = \frac{b\cos D}{\sqrt{(1+\varepsilon^2\sin^2 D)}}; \quad \zeta = \frac{(1+\varepsilon^2)\,b\sin D}{\sqrt{(1+\varepsilon^2\cos^2 D)}};$$

allein es wird bequemer seyn, vorläufig in den obigen drei Gleichungen die Gröfsen $\xi$, $\zeta$, $\varkappa$, $\lambda$ beizubehalten.

Durch Elimination von $y^2$ aus den ersten beiden erhält man die Gleichung

$$(1+\varepsilon^2)\,b^2 - c^2 = \varepsilon^2 x^2 + 2\xi x + 2\zeta z - \xi^2 - \zeta^2$$

und daraus, wenn man setzt

$$(1+\varepsilon^2)\,b^2 + \xi^2 + \zeta^2 - c^2 = \vartheta^2$$

$$z = \frac{\vartheta^2 - 2\xi x - \varepsilon^2 x^2}{2\zeta}.$$

Aber aus der dritten Gleichung

$$o = \varepsilon^2\xi + x + \varkappa y + \lambda z$$

folgt, wenn statt z der so eben gefundene Werth gesetzt wird,

$$y = \frac{2(\lambda\xi - \zeta)x + \varepsilon^2\lambda x^2 - \lambda\vartheta^2 - 2\varepsilon^2\xi\zeta}{2\varkappa\zeta}.$$

Für die beiden in x ausgedrückten Werthe von z und y werde Abkürzungshalber gesetzt

$$z = A - Bx - \varepsilon^2 Cx^2$$

$$y = E - Fx - \varepsilon^2 Gx^2,$$

so sind, mit dem Vorigen verglichen, die neu eingeführten Buchstaben gegebene Gröfsen. Die Quadrate von diesen genommen und in die zweite der drei Gleichungen gesetzt, so erhält man

$$o = A^2 + E^2 - b^2(1+\varepsilon^2) \left| \begin{array}{l} -2AB \\ -2EF \end{array} \right| x + \left| \begin{array}{l} \varepsilon^2 \\ -2AC\varepsilon^2 \\ -2EG\varepsilon^2 \\ +B^2 \\ +F^2 \end{array} \right| x^2 + \left| \begin{array}{l} 2BC \\ +2FG \end{array} \right| \varepsilon^2 x^3 + \left| \begin{array}{l} C^2 \\ +G^2 \end{array} \right| \varepsilon^4 x^4$$

Da diese Gleichung nur vom vierten Grade, so ist sie algebraisch auflöslich, und so bald x bestimmt ist, sind es auch z und y, und somit ist der andere Punkt (B) gegeben, mithin auch dessen Länge und Breite. Denn, nennt man den Längenunterschied beider Punkte L und das Complement der gesuchten Breite $D^I$, so ist

$$\text{tang } L = \frac{y}{z} = \frac{A - Bx - \varepsilon^2 Cx^2}{E - Fx - \varepsilon^2 Gx^2}$$

und

$$\cot D^I = \frac{(1+\varepsilon^2)x}{\sqrt{y^2+z^2}}.$$

Ferner hat man als Azimuth des ersten Punktes (A) aus dem andern (B) gesehen, den Winkel zu bestimmen, welchen die Vertikal-Ebene durch die sie verbindende grade und die Normale des andern mit der Meridian-Ebene von diesem macht.

Aber jene Vertikal-Ebene wird bestimmt durch drei gegebene Punkte, nämlich den, wo die Normale von (B) die Erdaxe trifft, dies geschieht in der Entfernung $\varepsilon^2 x$ und den beiden Punkten der Erdoberfläche. Setzt man also die Gleichung dieser Ebene für die allgemeinen Coordinaten $x^I$, $y^I$, $z^I$

$$g^I = x^I + \varkappa^I y^I + \lambda^I z^I$$

so sind die unbekannten in dieser so zu bestimmen, dafs sie durch gedachte drei Punkte geht.

Also für $z^I = o$; $y^I = o$ mufs man haben

$$x^I = -\varepsilon^2 x \quad \text{also} \quad g^I = -\varepsilon^2 x$$

für $y = o$ und $x^I = \xi$ mufs $z^I = \zeta$ seyn,

also hat man

$$-\varepsilon^2 x = \xi + \lambda^I \zeta,$$

daher

$$\lambda^I = -\frac{\xi + \varepsilon^2 x}{\zeta}.$$

Endlich mufs für $x^I = x$, $y^I = y$, $z^I = z$ die Gleichung sich bewähren, daher

$$-\varepsilon^2 x = x + \mu^I y + \lambda^I z$$

also

$$\mu^I = -\frac{(\varepsilon^2 x + x)\zeta - (\xi + \varepsilon^2 x)z}{\zeta y}$$

oder

$$\mu^I = \frac{(z-\zeta)\varepsilon^2 x + \xi z - x\zeta}{\zeta y}$$

seyn.

Die Gleichung der Meridianebene des andern Punktes (B) aber ist

$$z^I = \cot L \,.\, y^I.$$

Mithin ist für das gesuchte Azimuth, d. i. den Winkel $A^I$ zwischen dieser und der vorher betrachteten Ebene

$$\cos A^I = \frac{\mu^I \,.\, \cot L}{\cot L \sqrt{(1 + \mu^{I2} + \lambda^{I2})}},$$

das ist

$$\cos A^I = \frac{(z-\zeta)\varepsilon^2 x + \xi z - \zeta x}{\zeta y \sqrt{\left(1 + \frac{\left((z-\zeta)\varepsilon^2 x + \xi z - x\zeta\right)^2}{\zeta^2 y^2} + \frac{(\xi + \varepsilon^2 x)^2}{\zeta^2}\right)}} \cot L$$

oder

$$\cos A^I = \frac{\left((z-\zeta)\varepsilon^2 x + \xi z - \zeta x\right)\cot L}{\sqrt{\left((z-\zeta)\varepsilon^2 x + \xi z - \zeta x)^2 + y^2\left(\zeta^2 + (\xi + \varepsilon^2 x)^2\right)\right)}}.$$

Somit ist alles, was zu suchen war, auf den Werth von x zurückgebracht, und bekannt, wenn es dieser Werth von x ist.

Um aber die Gleichung vom vierten Grade, aus welcher dieser Werth hervorgeht, aufzulösen, ist es nicht erforderlich, dieselbe in die dazu bekannte Form zu bringen, und man auch den angemessenen Werth von x näherungsweise leicht finden, und dann demselben die Correktion geben kann, welche man angemessen findet, um alle gewünschte Genauigkeit zu erhalten.

Ueber

# die Erwärmung der Erde von der Sonne.

Von Herrn Tralles.*)

§. 1.

Eigentlich soll in dieser Abhandlung untersucht werden, wie die Wärme eines Körpers sich verhält, welcher einer in Intensität veränderlichen Erwärmungsquelle ausgesetzt wird, entweder von Zeit zu Zeit oder fortwährend. Aber die allereinfachste Vorstellung, welche man sich von dem verwickelten Problem der täglichen Temperatur auf der Erde machen kann, möchte doch seyn, sie zu betrachten als eine, im Verhältnifs der Menge der Sonnenstrahlen, die gegen eine bestimmte horizontale Fläche hinströhmen, erfolgende Erwärmung, die durch allmählige Erkältung in der Nacht mehr oder weniger sich wieder verliert. Grade so, wie wenn ein Körper in einem veränderlich warmen Raume, dessen niedrigste Temperatur aber während gegebener Zeit unveränderlich, sich befände, der diesem Temperaturwechsel auch wiederholt ausgesetzt geblieben seyn kann.

Setzt man, dieser Ansicht gemäfs, die dem positiven Stundenwinkel t Nachmittags entsprechende Sonnenwärme S, die demselben Zeitpunkte entsprechende Temperatur v; so hat man für die Wärmeänderung im Zeittheile dt, nach angenommenem bekanntem Erwärmungsgesetz, die Differenzialgleichung

$$dv = k(S - v)\,dt,$$

in welcher S die Menge der Sonnenstrahlen, welche gegen eine begränzte horizontale Ebene strömen, ausdrückt, also dem Sinus der Sonnenhöhe gleichgesetzt, als die Sonnenwärme angenommen wird, v also nach

*) Vorgelesen am 3. Decemb. 1818.

eben der Einheit die vorhandene Temperatur, k aber einen angemessenen beständigen Koeffizienten bedeutet, mithin S und v Funktionen von t sind. Das Integral dieser Gleichung ist

$$v = ke^{-kt}(\int Se^{kt}dt + C)$$

worin C die eintretende willkührliche beständige Gröfse ist.

Da nun S gleich dem Sinus der Sonnenhöhe, so ist

$$S = A + B\cos t$$

worin $A = \cos\eta\cos\gamma$, $B = \sin\eta\sin\gamma$, wenn $\eta$, $\gamma$ die Entfernungen der Sonne und des Zeniths vom Pol bedeuten, mithin A und B für denselben Ort der Erde und die Dauer eines Tages als unveränderlich betrachtet werden können. Weil aber

$$\int e^{kt}\cos t\,dt = \frac{e^{kt}}{1+k^2}(\sin t + k\cos t);$$

so wird:

$$v = A + kCe^{-kt} + \frac{kB}{1+k^2}(\sin t + k\cos t).$$

Die Constante C kann man durch die Bedingung bestimmen, dafs v ein Maximum werde für $t = c$, wo der nachmittägliche Stundenwinkel c zwischen 2 und 3 Stunden oder $\frac{\pi}{6}$ und $\frac{\pi}{4}$ auch für verschiedene Jahrszeiten verschieden angenommen werden dürfte. Dann hat man das Differenzial der vorigen Gleichung, nach t, gleich Null und dann $t = c$ gesetzt,

$$o = -k^2Ce^{-kc} = \frac{kB}{1+k^2}(\cos c - k\sin c),$$

also

$$C = \frac{\cos c - k\sin c}{k(1+k^2)}e^{kc}.B,$$

welches im Werthe von v wieder gesetzt, giebt

$$v = A + \frac{B}{1+k^2}\Big((\cos c - k\sin c)\,e^{k(c-t)} + k\sin t + k^2\cos t\Big).$$

Da aber der Sinus der Sonnenhöhe $S = A + B \cos t$, so nimmt die Formel auch die folgende Gestalt an

$$v = S + \frac{Be^{-kt}}{1+k^2}\left((\cos c - k \sin c)\, e^{kc} - (\cos t - k \sin t)\, e^{kt}\right)$$

aus welcher hervorgeht, dafs die gröfste Wärme am Tage, wenn $t = c$, gleich dem Werthe von S ist, welcher entsteht, wenn in dem allgemeinen c statt t gesetzt wird, also gleich dem Sinus der Sonnenhöhe welche im Zeitpunkte der gröfsten Wärme statt hat, wie es auch unmittelbar aus der angenommenen Differenzialgleichung schon erhellt, so dafs es an sich gleichgültig, ob die Constante C wie es geschehen bestimmt wird, oder durch die Bedingung, dafs v für $t = c$ gleich $S_c$ werde. Jenes Verfahren scheint jedoch der Natur der Aufgabe angemessener.

Wird also die gröfste Wärme mit $v_c$ und der dem Zeitpunkte c entsprechende Sinus der Sonnenhöhe $A + B \cos c$ mit $S_c$ bezeichnet, so ist

$$v_c = S_c.$$

Die Mittagswärme $v_o$ findet sich, wenn $t = o$ gesetzt wird, und ist also:

$$v_o = S_o - \frac{B}{1+k^2}\left(1 - (\cos c - k \sin c)\, e^{kc}\right)$$

Beim Aufgang und Untergang der Sonne ist $S = o$, also

$$A + B \cos t = o$$

$$\text{und } \cos t = -\frac{A}{B}; \quad \sin t = \mp \frac{1}{B}\sqrt{B^2 - A^2},$$

wo das obere Zeichen des sin t für den Aufgang zu nehmen ist, weil t einen negativen Werth hat.

Setzt man also den Bogen, dessen Cosinus $-A : B$ gleich ist, d. i. die halbe Tageslänge $\lambda$, so ist die Wärme bei Sonnenaufgang:

$$v_{-\lambda} = \frac{1}{1+k^2}\left((\cos c - k \sin c)\, Be^{k(c+\lambda)} + A - k\sqrt{B^2 - A^2}\right);$$

die Wärme bei Sonnenuntergang:

$$v_{\lambda} = \frac{1}{1+k^2}\left((\cos c - k \sin c)\, Be^{k(c-\lambda)} + A + k\sqrt{B^2 - A^2}\right).$$

Da aber

$$B^2 - A^2 = \sin\gamma^2 \sin\eta^2 - \cos\gamma^2 \cos\eta^2$$

so ist

$$B^2 - A^2 = -\cos(\eta+\gamma)\cos(\eta-\gamma).$$

Aber $-\cos(\eta+\gamma)$ ist der Sinus der Sonnenhöhe um Mitternacht negativ genommen, da hier vorausgesetzt worden, die Sonne könne sich unter dem Horizonte befinden, also eine negative Höhe haben, und $\cos\eta-\gamma$ ist der Sinus der Mittagshöhe der Sonne. Aber $A = \cos\eta\cos\gamma$ der Sinus der Sonnenhöhe um 6 Uhr Morgens, oder für t gleich $\pm\frac{\pi}{2}$. Die hier vorkommenden Gröfsen also mit $-S_\pi$, $S_o$, $S_{\frac{\pi}{2}} = \frac{1}{2}(S_o + S_\pi)$, und B, welches gleich $\sin\eta\sin\gamma$, also $\frac{1}{2}\left(\cos(\eta-\gamma) - \cos(\eta+\gamma)\right)$, mit $\frac{1}{2}(S_o - S_\pi)$ bezeichnet; so ist der Ausdruck für die Temperatur am Morgen und Abend:

$$v_{\mp\lambda} = \frac{1}{2(1+k^2)}\left((S_o - S_\pi)\cos c - k\sin c)\, e^{k(c\pm\lambda)} + S_o + S_\pi \mp 2k\sqrt{-S_\pi S_o}\right)$$

und der Unterschied beider Temperaturen,

$$v_\lambda - v_{-\lambda} = \frac{1}{2(1+k^2)}\left((S_o - S_\pi)(\cos c - k\sin c)(e^{-\lambda k} - e^{\lambda k})\, e^{ck} + 4k\sqrt{-S_\pi S_o}\right)$$

Allein in der Voraussetzung, die tägliche Erwärmung sei an einem Tage wie am nächst vorhergehenden, oder doch nur wenig verschieden, mufs das Minimum der Erwärmung nach Sonnenaufgang eintreten, indem während einer Nacht die Temperatur am Abend zuvor $v_\lambda$ nicht o werden kann, also ist am folgenden Morgen, wenn die Sonnenhöhe, also S, Null, das Differenzial der Erwärmung $dv = (o - v_{-\lambda})\, k\, dt$ negativ, und wird erst späterhin positiv, indem zugleich S zu und v abnimmt, welches also bald erfolgen kann, inzwischen wird dv Null, welches für den Stundenwinkel $-a$ statt haben mag. Die Erfahrung dürfte obgleich einer zusammengesetzteren Theorie der täglichen Erwärmung gemäfs als die hier gewählte einfache mathematische Vorstellung, doch diesem nicht widersprechen, obwohl man sich im allgemeinen so auszudrücken pflegt, als habe die niedrigste Temperatur grade im Zeitpunkte des Aufgangs der Sonne statt.

Gesetzt also für $t = -a$ sei v ein Minimum, so hat man $\frac{d.v_a}{da} = o$, also nach dem ersten allgemeinen Ausdruck für v mit noch unbestimmter Constante

$$o = -k^2 C e^{ka} + \frac{kB}{1+k^2}(\cos a + k \sin a)$$

Der hieraus folgende Werth der Constante, dem für dieselbe oben aus dem Maximumszeitpunkte der Wärme gefundenen gleichgesetzt, giebt die Gleichung

$$(\cos a + k \sin a)\, e^{-ka} = (\cos c - k \sin c)\, e^{kc}$$

aus welcher man a und c als bekannt angenommen, oder durch Beobachtungen gegeben, den Werth von k bestimmen kann, wozu die Form derselben

$$k = \frac{1}{a+c} \log \frac{\cos a + k \sin a}{\cos c - k \sin c},$$

oder $k = \text{tang } \varkappa$ gesetzt,

$$\text{tang } \varkappa = \frac{1}{a+c} \log \frac{\cos(a-\varkappa)}{\cos(c+\varkappa)},$$

und in gewöhnlichen Logarithmen:

$$\text{tang } \varkappa = \frac{\log \text{nat. } 10}{a+c} \log \text{brig.} \frac{\cos(a-\varkappa)}{\cos(c+\varkappa)},$$

die bequemere scheint.

Es erhellt sogleich, dafs, da k positiv, diese Gröfse kleiner seyn müsse als cot c, aber veränderlich mit a und auch mit c, wenn man dieses gleichfalls veränderlich annimmt.

Um sich den Werth von k etwas bestimmter vorzustellen, nehme man den Tag, wo die niedrigste Temperatur des Morgens um 6 Uhr statt findet, und die gröfste Wärme, setze man, trete ein um 2 Uhr 40 Minuten Nachmittags, so ist $a = \frac{\pi}{2}$; $c = \frac{40^\circ}{180^\circ}\pi$ und

$$k = \frac{2{,}30258}{\left(\frac{2}{9} + \frac{1}{2}\right)\pi} \log \frac{k}{\cos 40^\circ - k \sin 40^\circ}$$

und man findet: $k = 1{,}0385$.

Für den Tag aber, der die niedrigste Temperatur des Morgens um 8 Uhr hätte, wäre $k = 0{,}7$ beinahe, wenn die Zeit der gröfsten Wärme beibehalten wird.

Hingegen setzt man, die gröfste Wärme habe um 2 Uhr Nachmittags statt, die kleinste wie zuvor um 6 Uhr Morgens, so wird k etwas gröfser als 1,6. In der That mufs zufolge der Gleichung k wachsen, je näher die Zeit der gröfsten Wärme dem Mittage gesetzt wird.

§. 2.

Die physisch-mathematische Vorstellung, von welcher ausgegangen ist, kann also nur in sofern den Erscheinungen der täglichen Temperaturänderung entsprechen, als k oder c von einem Tage zum andern anders bestimmt, mithin als eine Funktion der Polarentfernung der Sonne betrachtet würde. Den Beobachtungen zu genügen, würde es hinreichend seyn, den täglichen Werth von k aus den Momenten der kleinsten und gröfsten Wärme nach obigen Gleichungen zu berechnen. Es hält freilich schwer, diese Zeitpunkte durch Beobachtungen zu bestimmen, allein durch öftere Wiederholung an dazu geeigneten Tagen würde man in einigen Jahren doch zu einer bestimmteren Kenntnifs derselben gelangen, auch dürften die sich zeigenden Anomalien in meteorologischer Hinsicht und für die Bewegung in der Atmosphäre, nicht unbrauchbar, das etwa mit dieser theoretischen Vorstellung und der Erfahrung unvereinbare aber doch belehrend seyn.

Aus der allgemeinen Betrachtung der obigen Gleichung, welche, tang $\varkappa$ für k gesetzt, die einfache Form

$$\cos(a-\varkappa)e^{-a\tan g\varkappa} = \cos(c+\varkappa)e^{c\tan g\varkappa}$$

hat, ergiebt sich sogleich, dafs überhaupt $a-\varkappa$ und $c+\varkappa$ zugleich kleiner oder gröfser als $\frac{\pi}{2}$, und dafs im Falle, wo

$$a-\varkappa = \frac{\pi}{2} \text{ auch } c+\varkappa = \frac{\pi}{2}$$

seyn müsse; woraus folgt, dafs für den Tag, wo dies statt hat,

$$a+c = \pi;\quad \varkappa = \frac{a-c}{2}$$

sich ergeben wird. Allein dieses kann nur in solchen Breiten, wo Tages-

längen über 19 Stunden gehen, mit der Erfahrung in Vergleichung kommen, und es bleibt auch noch die Frage, ob k oder tang z nicht für verschiedene Breiten verschieden anzunehmen sei, um die Formel für v so viel möglich erfahrungsgemäfs zu machen. Diese Formel ist nun, nachdem man den einen oder den andern Ausdruck der Constante wählt,

$$v = S - B \cos z \left(\cos (t + z) - \cos (c + z)\, e^{(c-t) \tang z}\right)$$

oder

$$v = S - B \cos z \left(\cos (t + z) - \cos (a - z)\, e^{-(a+t) \tang z}\right)$$

und man sieht wiederum, dafs sie, wie es natürlich seyn mufs, für $t = -a$, die Temperatur $v_{-a}$ gleich dem Sinus der Sonnenhöhe $S_{-a}$, oder welches einerlei, $S_a$ giebt.

Man hat also für die Vergleichung der Formel mit den Graden der Thermometerskale, nach welcher die gröfste und kleinste Wärme des Tages $\theta_{-a}$, $\theta_c$ beobachtet worden wären, da

$$v_c - v_{-a} = \frac{1}{m} (\theta_c - \theta_{-a})$$

seyn mufs, für die Bestimmung von m, die Gleichung

$$S_c - S_a = \frac{1}{m} (\theta_c - \theta_{-a}).$$

Also:

$$m = \frac{\theta_c - \theta_{-a}}{S_c - S_a},$$

welche Bestimmung von k unabhängig ist. Dann hat man ferner für irgend eine Zeit t, die Temperatur nach dem Thermometer:

$$\theta - \theta_{-a} = m\,(v - v_{-a});$$

also:

$$\theta = \theta_{-a} + \frac{\theta_c - \theta_{-a}}{S_c - S_a}\,(v - S_a),$$

und wenn man für v dessen Werth substituirt und zusammenzieht,

$$\theta = \theta_{-a} + (\theta_c - \theta_{-a}) \frac{2 \sin \frac{a+t}{2} \sin \frac{a-t}{2} - \cos z \left(\cos (t+z) - \cos (a-z) e^{-(a+t) \tang z}\right)}{2 \sin \frac{a+c}{2} \sin \frac{a-c}{2}}.$$

in welcher Formel $\vartheta$ blos als Funktion der Zeit t sich darstellt, und nur die durch Beobachtung gegebene gröfste und kleinste Temperatur nebst den Zeitmomenten, in welchen sie statt finden, vorkommen. Denn auch k ist als eine Funktion von a und c zu betrachten, und durch die obige Gleichung zwischen diesen dreien Gröfsen als bestimmt anzusehen.

Der Faktor m ist durch die den Zeiten der gröfsten und kleinsten Wärme entsprechenden Temperaturen bestimmt, weil derselbe dadurch in der einfachsten Gestalt erscheint. Allein nichts hindert, denselben aus irgend zweien andern Temperaturen für gegebene Zeiten abzuleiten. Angewandt auf den wirklichen Gang der Temperatur eines Ortes an einem bestimmten Tage möchte sich indessen m nicht beständig ergeben. Hiedurch wird eben die Uebereinstimmung der Formel mit der Erfahrung geprüft. Zu welchem Ende man ihr die Form

$$\theta = \theta_{-a} + m'\left[2\sin\frac{a+t}{2}\sin\frac{a-t}{2} - \cos\varkappa\left(\cos(t+\varkappa) - \cos(a-\varkappa)\,e^{-(a+t)\operatorname{tang}\varkappa}\right)\right]$$

geben, und m' durch willkührliche Beobachtungen finden kann.

§. 3.

Es ist bisher der Werth der Constante, als durch a oder c gegeben, nur für einen Tag bestimmt. Allein der Werth derselben ändert von einem Tage zum andern, auch bei unveränderlicher Polhöhe und Sonnendeklination, so lange die Temperatur nicht das Maximum oder Minimum erreicht hat, welches sie, im ersten Falle wenn die anfängliche Temperatur zu niedrig, im andern Falle, wenn diese zu grofs war, in irgend einem gegebenen Zeitpunkte des Tages endlich zu erreichen vermag, und wo dann die Aenderung der Erwärmung einen Tag so wie den andern erfolgt. Dieses näher zu betrachten, sei am $\mu$ten Tage nach dem bisher angenommenen

$$v^{(\mu} = S - \frac{B}{1+k^2}(\cos t - k\sin t) + C^{(\mu}\,\varepsilon^{-t},$$

welches die obige Formel für v, in welcher $C^{(\mu}$ als die entsprechende Constante des Tages und $\varepsilon$ statt $e^k$ gesetzt ist.

Die Temperaturen bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, wo $t = \mp\lambda$, werden sein:

$v^{(\mu}$

$$v_{-\lambda}^{(\mu} = -\frac{B}{1+k^2}(\cos\lambda + k\sin\lambda) + C^{(\mu}\,\varepsilon^{\lambda}$$

$$v_{\lambda}^{(\mu} = -\frac{B}{1+k^2}(\cos\lambda - k\sin\lambda) + C^{(\mu}\,\varepsilon^{-\lambda}$$

die Kürze halber durch

$$v_{-\lambda}^{(\mu} = C^{(\mu}\,\varepsilon^{\lambda} - s \text{ und } v_{\lambda}^{(\mu} = C^{(\mu}\,\varepsilon^{-\lambda} - u$$

bezeichnet werden sollen.

Da nun in der Nacht $S = o$, also während diesen Zeitraum

$$dv = -kvdt$$

zu setzen ist; so folgt, wenn L die willkürliche,

$$kt = L - \log v.$$

Aber für $t = \lambda$ hat die Temperatur $v_{\lambda}^{(\mu}$ und für $t = 2(\pi - \lambda)$, das ist, für das Ende der Nacht, die Temperatur bei Sonnenaufgang des folgenden Tages, also $v_{-\lambda}^{(\mu+1}$ statt. Man hat also die beiden Gleichungen

$$k\lambda = L - \log v_{\lambda}^{(\mu}$$

$$2k(\pi - \lambda) = L - \log v_{-\lambda}^{(\mu+1}$$

daher

$$v_{-\lambda}^{(\mu+1} = v_{\lambda}^{(\mu}\,\varepsilon^{-2(\pi-\lambda)}$$

also

$$v_{-\lambda}^{(\mu+1} = (C^{(\mu}\,\varepsilon^{\lambda} - u.\varepsilon^{2\lambda})\,\varepsilon^{-2\pi}.$$

Allein in Folge der Gleichung für $v^{(\mu+1}$, die während des nun angefangenen Tages mit der demselben zukommenden Constante $C^{(\mu+1}$ statt hat, mufs auch sein

$$v_{-\lambda}^{(\mu+1} = C^{(\mu+1}\,\varepsilon^{\lambda} - s$$

welcher Werth dem vorigen gleich gesetzt, die endliche Differenzgleichung

$$C^{(\mu+1}\,\varepsilon^{\pi} - C^{(\mu}\,\varepsilon^{-\pi} = s.\varepsilon^{\pi-\lambda} - u.\varepsilon^{-(\pi-\lambda)}$$

giebt. Das Integral derselben ist:

$$C^{(\mu} = kC.\varepsilon^{-2\mu\pi} + \frac{1-\varepsilon^{-2\mu\pi}}{\varepsilon^{\pi}-\varepsilon^{-\pi}}(s.\varepsilon^{\pi-\lambda} - u.\varepsilon^{\lambda-\pi}),$$

worin kC die ursprüngliche Constante.

Dieser Werth von $C^{(\mu}$ ist also als Constante $\mu$ Tage nach demjenigen zu gebrauchen, für welchen kC statt hatte, nehmlich am $\mu+1^{ten}$ Tage, wenn man den anfänglichen den ersten Tag nennt. Sucht man aber diejenige, welche dann eintritt, wenn die Aenderung der Temperatur zum Bestand gekommen, und einen Tag wie den andern zu gleichen Zeiten dieselbe ist, so hat man nur im Werthe von $C^{(\mu}$ das $\mu$ unendlich grofs zu nehmen, weil jener Zustand nur nach unendlich langer Zeit erfolgen kann, und dann ist also statt kC zu setzen

$$\frac{s.\varepsilon^{\pi-\lambda} - u.\varepsilon^{\lambda-\pi}}{\varepsilon^{\pi}-\varepsilon^{-\pi}}$$

oder

$$C = \frac{B}{k(1+k^2)} \cdot \frac{(\cos\lambda + k\sin\lambda)\,e^{-\lambda k} - (\cos\lambda - k\sin\lambda)\,e^{\lambda k}.\,e^{-2\pi k}}{1 - e^{-2\pi k}}.$$

Diesen besondern Werth der Constante findet man aber auch unmittelbar aus der ersten allgemeinen Formel für v mit unbestimmter Constante, durch die Bedingung, dafs der Beharrungszustand eingetreten sei, welches die Gleichung

$$v_{-\lambda} = v_{\lambda}\,e^{-2k(\pi-\lambda)} \quad \text{oder} \quad \frac{v_{-\lambda}}{v_{\lambda}} = e^{-2k(\pi-\lambda)}$$

fordert. Setzt man also in dieser die Werthe von $v_{-\lambda}$, $v_{\lambda}$ nach dem allgemeinen von v, so entsteht die Gleichung:

$$\frac{(1+k^2)kCe^{k\lambda} - B(\cos\lambda + k\sin\lambda)}{(1+k^2)kCe^{-k\lambda} - B(\cos\lambda - k\sin\lambda)} = e^{-2k(\pi-\lambda)},$$

aus welcher derselbe Werth von C folgt, der so eben ausgedrückt ist.

Wird die Temperatur am $\mu+1^{ten}$ Tage zur Zeit t, oben in der allgemeinen Formel mit $v^{(\mu}$, angemessener durch $v_{2\mu\pi+t}$ bezeichnet, so hat man also:

$$v_{2\mu\pi+t} = S - \frac{B}{1+k^2} \times$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos t - k \sin t - (\cos a + k \sin a)\, e^{-(a+2\mu\pi+t)k} \\ - \frac{1-e^{-2\mu\pi k}}{1-e^{-2\pi k}} \left( (\cos\lambda + k\sin\lambda) e^{-\lambda k} - (\cos\lambda - k\sin\lambda) e^{\lambda k - 2\pi k} \right) e^{-(a+t)k} \end{array} \right\}$$

oder

$$v_{2\mu\pi+t} = \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S - B\cos\varkappa\cos(t+\varkappa) + \operatorname{tang}\varkappa \,.\, C : e^{-(2\mu\pi+t)\tan\varkappa} \\ + B\cos\varkappa \left( \cos(\lambda-\varkappa) e^{-\lambda\tan\varkappa} - \cos(\lambda+\varkappa) e^{(\lambda-2\pi)\tan\varkappa} \right) \frac{1-e^{-2\mu\pi\tan\varkappa}}{1-e^{-2\pi\tan\varkappa}} e^{-t.\tan\varkappa} \end{array} \right\}$$

worin man man C wie oben durch a oder c, oder durch irgend eine zusammengehörige Zeit und Temperatur, in dieser Gleichung als gegeben gesetzt, bestimmen kann. Es wird nicht übersehen werden, dafs diese Gleichung nur während des Tages gilt, so lange t innerhalb den Grenzen $-\lambda$ und $\lambda$ fällt, und dafs für eine Nachttemperatur

$$v_{2\mu\pi+\lambda+t} = v_{2\mu\pi+\lambda}\, e^{-t\tan\varkappa}$$

nur zu setzen ist.

Wird die Erwärmung im Beharrungszustande angenommen, so wird, da denn in jener Formel die Gröfsen, die mit $\mu$ verknüpft sind, wegfallen, gleichgültig, für welchen Tag man will

$$v = S - B\cos k \left( \cos(t+k) - \Lambda . e^{-t.\tan k} \right),$$

wo $\Lambda$ die im allgemeinen Ausdruck leicht zu erkennende Funktion von $\lambda$, nehmlich $\frac{\cos(\lambda-\varkappa).e^{-\lambda k} - \cos(\lambda+\varkappa).e^{\lambda k} e^{-2k\pi}}{1-e^{-2\pi k}}$ ist, und die Gleichung enthält keine willkührliche Gröfse mehr. Es lassen sich nun aus derselben die Momente der gröfsten und kleinsten Wärme selbst bestimmen durch die Werthe von t, welche der Gleichung $\frac{dv}{dt} = 0$ genügen.

Dafs während der Nacht kein Maximum oder Minimum vorhanden, erhellt daraus, dafs in dieser Periode, der Gleichung

$$\frac{dv}{dt} = -\tang\varkappa . v_\lambda e^{-t\tang\varkappa} = 0$$

kein endlicher Werth von t genügen kann. Für den Tag hingegen wird sie

$$\cos(t+\varkappa) - \Lambda e^{-t\tang\varkappa} = 0,$$

welcher zwei Werthe von t, ein positiver und ein negativer, genügen können. Dieser ist wenig von $-\lambda$ verschieden. Und da, für $\Lambda$ dessen Werth gesetzt, diese Gleichung die Form

$$\cos(t+\varkappa) . e^{k(t+\lambda)} = \frac{\cos(\lambda-\varkappa) - \cos(\lambda+\varkappa) e^{2k(\lambda-\pi)}}{1 - e^{-2\pi k}}$$

annimmt, so setze man den gesuchten Werth von t gleich $-\lambda+\omega$; so wird das erste Glied

$$\cos(\lambda - \varkappa - \omega)\, e^{k\omega}$$

welches nach Potenzen von $\omega$ entwickelt, und für einen Augenblick $\cos(\lambda-\varkappa)$, $\sin(\lambda-\varkappa)$ mit p und q bezeichnet, die Reihe giebt, deren Fortschreitung augenfällig

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $p + q$ | $\omega - p$ | $\frac{\omega^2}{1.2} - q$ | $\frac{\omega^3}{1.2.3} + p$ | $\frac{\omega^4}{1.2.3.4}$ | + etc. |
| $+kp$ | $+2kq$ | $-3kp$ | $-4kq$ | | |
| | $+k^2p$ | $+3k^2q$ | $-6k^2p$ | | |
| | | $+k^3p$ | $+4k^3q$ | | |
| | | | $+k^4p$ | | |

und setzt man in derselben wiederum statt k dessen Werth $\sin\varkappa : \cos\varkappa$, auch für p, q wieder was sie vorstellen, so wird die obige Gleichung selbst

$$\dot{o} = \begin{cases} \sin\lambda . \omega - \dfrac{\cos(\lambda+\varkappa)}{\cos\varkappa}\dfrac{\omega^2}{1.2} - \dfrac{\sin(\lambda+2\varkappa)}{\cos^2\varkappa}\dfrac{\omega^3}{1.2.3} + \dfrac{\cos(\lambda+3\varkappa)}{\cos^3\varkappa}\dfrac{\omega^4}{1.2.3.4} + \ldots \\ - \left(\cos(\lambda-\varkappa) - \cos(\lambda+\varkappa)\, e^{2\lambda k}\right)\dfrac{\cos\varkappa . e^{-2\pi k}}{1 - e^{-2\pi k}} \end{cases}$$

aus welcher man den Werth von $\omega$ leicht finden, oder auch, durch Umkehrung der Reihe, entwickelt darstellen kann.

Dieser Werth des Zeitverflusses, wenn nach Sonnenaufgang die kleinste Wärme eintritt, k wie geschehen als unveränderlich gehalten, hängt unmittelbar nur von der halben Tageslänge $\lambda$ ab.

Setzt man in derselben Gleichung für den Zeitpunkt der gröfsten Tageswärme $t = c' + i$, so wird sie

$$\cos(c' + \varkappa + i) \cdot e^{ki} = \Lambda e^{-kc'}$$

deren erstes Glied nach Potenzen von i entwickelt, giebt eine Reihe ähnlich der vorhergehenden, nämlich:

$$\begin{aligned}
&\cos(c' + \varkappa) \\
&- \left(\sin(c' + \varkappa) - \cos(c' + \varkappa)\, k\right) i \\
&- \left(\cos(c' + \varkappa)(1 - k^2) + 2\sin(c' + \varkappa).k\right) \frac{i^2}{1.2} \\
&+ \left(\sin(c' + \varkappa)(1 - 3k^2) - \cos(c' + \varkappa)(3k - k^3)\right) \frac{i^3}{1.2.3} \\
&+ \ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

also wird die Gleichung:

$$\left.\begin{aligned}
&\cos(c' + \varkappa) - \frac{\sin c'}{\cos \varkappa} i - \frac{\cos.c' - \varkappa}{\cos^2 \varkappa} \frac{i^2}{1.2} + \frac{\sin.c' - 2\varkappa}{\cos^3 \varkappa} \frac{i^3}{1.2.3} + \frac{\cos.c' - 3\varkappa}{\cos^4 \varkappa} \frac{i^4}{1.2.3.4} - \ldots \\
&= \Lambda . e^{-kc'};
\end{aligned}\right\}$$

worin angenommen wird, c' sey ein gegebener Werth der Gleichung beinahe genügend. Man kann aber setzen, c' sey das Complement von $\varkappa$, also:

$$c' = \frac{\pi}{2} - \varkappa.$$

Dann geht die Gleichung, wenn auch für $\Lambda$ dessen Werth restituirt wird, über in

$$\left.\begin{aligned}
&i + \frac{\sin 2\varkappa}{\cos^2 \varkappa} \frac{i^2}{1.2} - \frac{\cos 3\varkappa}{\cos^3 \varkappa} \frac{i^3}{1.2.3} - \frac{\sin 4\varkappa}{\cos^4 \varkappa} \frac{i^4}{1.2.3.4} + \ldots \\
&= - \frac{\cos(\lambda - \varkappa)\, e^{-k\left(\lambda + \frac{\pi}{2}\right)} - \cos(\lambda + \varkappa) \cdot e^{k\left(\lambda + \frac{\pi}{2}\right)} e^{-3\pi k}}{(1 - e^{-2\pi k})}\, e^{\varkappa k},
\end{aligned}\right\}$$

Es kann auch der Zeitpunkt der gröfsten Wärme $c' + i$, da derjenige für die kleinste schon bekannt ist, durch die oben gegebene für jeden Tag geltende Gleichung zwischen a und c, welches hier die Gröfsen $\lambda - \omega$, $c' + i$ oder $\frac{\pi}{2} - k + i$ sind, bestimmt werden. Uebrigens lassen sich hier beide Zeitpunkte, ohne durch jene Reihen zu gehen, unmittelbar bestimmen, nach einem Eulerschen Satz, der die Umkehrung der Reihen verallgemeinert, in Folge von welchem überhaupt, wenn T eine Funktion von t, für $T = o$ der Werth von $t = \tau + \Delta\tau$ gesetzt

$$\Delta\tau = -\frac{1}{T'}T + \frac{1}{T'}\left(\frac{1}{T'}\right)'\frac{T^2}{1.2} - \frac{1}{T'}\left(\frac{1}{T'}\left(\frac{1}{T'}\right)'\right)'\frac{T^3}{1.2.3} +$$

wo die Accentuation, Differenziation nach t für $dt = 1$ andeutet, nach deren Ausführung im zweiten Gliede der bestimmte Werth $\tau$ statt t zu setzen ist.

Diesem gemäfs ist hier

$$T = \cos(t + \varkappa) - \Lambda e^{-tk}$$

und die obige Entwickelung der Reihe nach Potenzen von w oder i unnöthig, indem man jenes oder dieses erhält, nachdem man in der allgemeinen Formel für $\Delta\tau$, statt $\tau$ im zweiten Gliede $-\lambda$ oder $\frac{\pi}{2} - \varkappa$ setzt.

§. 4.

Die mittlere Temperatur eines Tages ist das Integral von $v\,dt$ von einem Sonnenaufgang bis zum nächstfolgenden genommen und mit der Zwischenzeit, also mit $2\pi$ dividirt. Allein da die Temperatur v für den Tag und für die Nacht verschiedene Funktionen sind, so hat man dafür die Summe zweier verschiedenen Integrale. Für den Tag nämlich $\int v\,dt$ vom Sonnenaufgang bis Untergang, also von $t = -\lambda$ bis $t = \lambda$ mit der in diesem Zeitraum für v geltenden Funktion von t und für die Nacht von $t = \lambda$ bis $t = 2\pi - \lambda$ mit der während dieser für v geltenden Funktion.

Also ist für den Tag:

$$\int v\,dt = \int\left(A + \frac{kB}{1+k^2}(\sin t + k\cos t) + kCe^{-kt}\right)dt,$$

welches von $t = -\lambda$ bis $t = \lambda$ genommen und mit $(\int v\,dt)$ bezeichnet, giebt:

$$(\int v\,dt) = 2A\lambda + \frac{2k^2B}{1+k^2}\sin\lambda + C(e^{k\lambda} - e^{-k\lambda}),$$

oder da $A + B\cos\lambda = o$

$$(\int v\,dt) = \frac{2B}{1+k^2}\left(k^2\sin\lambda - (1+k^2)\cos\lambda.\lambda\right) + C(e^{k\lambda} - e^{-k\lambda}).$$

Für die Nacht ist:

$$\int v\,dt = \int v_\lambda . e^{-k(t-\lambda)}\,dt = v_\lambda e^{k\lambda}\int e^{-kt}dt,$$

welches von $t = \lambda$ bis $t = 2\pi - \lambda$ genommen, und mit $[\int v\,dt]$ bezeichnet, giebt:

$$[\int v\,dt] = \frac{1}{k}\,v_\lambda\,(1 - e^{-2k(\pi-\lambda)});$$

und für $v_\lambda$ dessen Werth substituirt,

$$[\int v\,dt] = \left(\frac{B}{k(1+k^2)}\,(k\sin\lambda - \cos\lambda) + Ce^{-k\lambda}\right)(1 - e^{-2k(\pi-\lambda)}).$$

Dieses zum vorigen Integral addirt und mit $2\pi$ dividirt, giebt:

$$\frac{(\int v\,dt) + [\int v\,dt]}{2\pi} =$$

$$\left\{\begin{aligned}&\frac{2k^2B}{1+k^2}\sin\lambda - 2B\cos\lambda.\lambda + Ce^{k\lambda}(1 - e^{-2k\pi})\\ &+\frac{B}{k(1+k^2)}(k\sin\lambda - \cos\lambda)(1 - e^{-2k(\pi-\lambda)})\end{aligned}\right\}\frac{1}{2\pi},$$

welches also der Ausdruck für die Gröfse der mittlern Wärme des ganzen Tages ist. Diese mit $(v)$ bezeichnet, so ist der Unterschied der mittlern Wärme und der kleinsten

$$(v) - v_{-a} = (v) - S_a = (v) - B\,(\cos a - \cos\lambda),$$

Wird die mittlere Temperatur nach dem Thermometer mit $(\theta)$ bezeichnet, so ist zufolge der schon gegebenen Formel für irgend eine Temperatur $\theta$, in diesem Falle

$$(\theta) = \theta_{-a} + \frac{\theta_c - \theta_{-a}}{S_c - S_a}\left((v) - S_a\right);$$

also:

$$(\theta) = \theta_{-a} + \frac{(\theta_c - \theta_{-a})\left((v) - B\,(\cos a - \cos\lambda)\right)}{B\,(\cos c - \cos a)}.$$

Hierin für (v) den gefundenen Werth gesetzt, giebt

$$(\theta)=\theta_{-a}+\frac{\theta_c-\theta_{-a}}{\cos c-\cos a}\left\{\begin{array}{l}\dfrac{C.e^{k\lambda}\,(1-e^{-2k\pi})}{2\pi B}+\dfrac{k^2\,(\sin\lambda-\cos\lambda.\lambda)}{\pi(1+k^2)}\\ +\cos\lambda-\cos a-\dfrac{\cos\lambda-k\sin\lambda}{2\pi k(1+k^2)}\,(1-e^{-2k(\pi-\lambda)})\end{array}\right\}$$

Betrachtet man den Faktor $\frac{\theta_c-\theta_{-a}}{\cos c-\cos a}$, welcher die Beziehung der Wärme auf die Thermometerskale ausdrückt, als eine für sich bestehende Gröfse, schon oben mit m bezeichnet, und setzt statt C dessen Werth $\frac{(\cos a+k\sin a)\,Be^{-ka}}{k(1+k^2)}$, so wird

$$(\theta)=\theta_{-a}+m\left\{\begin{array}{l}\dfrac{\cos a+k\sin a}{2\pi k(1+k^2)}\,(1-e^{-2k\pi})\;e^{k(\lambda-a)}+\cos\lambda-\cos a\\ -\dfrac{\cos\lambda-k\sin\lambda}{2\pi k(1+k^2)}\,(1-e^{-2k(\pi-\lambda)})+\dfrac{k^2(\sin\lambda-\cos\lambda.\lambda)}{\pi(1+k^2)}\end{array}\right\}$$

Setzt man in dem vorherigen Ausdruck, welchem man die Form

$$(\theta)=\theta_{-a}+m\left\{\begin{array}{l}\dfrac{\sin\lambda}{\pi}-\dfrac{k^2.\cos\lambda.\lambda}{\pi(1+k^2)}+\cos\lambda-\cos a\\ +\dfrac{Ce^{k\lambda}(1-e^{-2\pi k})}{2\pi B}-\dfrac{\cos\lambda+k\sin\lambda-(\cos\lambda-k\sin\lambda)e^{-2k(\pi-\lambda)}}{2\pi k(1+k^2)}\end{array}\right\}$$

geben kann, für C den Werth der Beharrungsconstante, nämlich

$$C=\frac{B}{k(1+k^2)}\,\frac{(\cos\lambda+k\sin\lambda)e^{-k\lambda}-(\cos\lambda-k\sin\lambda)e^{k\lambda}.e^{-2k\pi}}{1-e^{-2\pi k}};$$

so wird derselbe die mittlere Temperatur im Beharrungszustande ausdrücken, die für jeden Tag ihrer Dauer seyn wird,

$$(\theta)=\theta_{-a}+m\left(\frac{\sin\lambda}{\pi}-\frac{k^2.\cos\lambda.\lambda}{\pi(1+k^2)}+\cos\lambda-\cos a\right).$$

Bezeichnet man also an irgend einem Tage den für denselben erforderlichen Werth der Constante zum Beharrungszustande mit L, so wird für

für jeden Tag, an welchem die wirkliche Constante C ist, die mittlere Temperatur seyn

$$(\theta) = \theta_{-a} + m \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sin\lambda}{\pi} - \frac{k^2 . \cos\lambda . \lambda}{\pi(1+k^2)} + \cos\lambda - \cos a \\ + \frac{C-L}{2\pi B} (1 - e^{-2\pi k}) e^{k\lambda} \end{array} \right\}$$

§. 5.

Es ist bisher berücksichtiget worden, dafs die Zeit der Erwärmung kleiner als $2\pi$, oder dafs in Beziehung auf das Problem der täglichen Erwärmung der Erde, die Sonne auf- und untergehe. Für Zonen oder Zeiten wo dies nicht geschieht, hat die Unterbrechung der Stetigkeit der für v gefundenen Formel nicht statt, und man hat entweder fortdauernde Erwärmung oder Erkältung allein zu betrachten, nur ist jene zu verschiedenen Tageszeiten ungleich, so dafs ein Abnehmen der Erwärmung nach deren Zunahme erfolgen und als ein Erkalten angesehen werden kann. Der allgemein für die Tageswärme gefundene Ausdruck gilt auch in diesen Fall, wofern die Sonne über den Horizont angenommen wird. Nur ist in dieser allgemeinen Formel

$$v = A + \frac{kB}{1+k^2} (\sin t + k \cos t) + kCe^{-kt},$$

welche für die Ableitung unentschieden läfst, ob A gröfser als B sey, oder umgekehrt, jenes nun der Fall; wodurch, $A + B \cos\lambda = o$ gesetzt, $\lambda$ als halber Tagesbogen unmöglich wird.

Unterm Pol selbst ist $B = o$, also:

$$v = A + kCe^{-kt}.$$

Die Erwärmung hat keinen periodischen Theil, da dieser Punkt der Erde in dem Zustande eines Körpers ist, gegen welchen eine beständige Wärmequelle strahlt. War im Anfange der Zeit t die Wärme der Erde $v_o$, so ist sie nach Verflufs der Zeit t

$$v = A + (v_o - A) e^{-kt},$$

nähert sich also stets abnehmend oder zunehmend, nachdem $v_o - A$ positiv oder negativ ist, dem Werthe von A in der hier beibehaltenen Voraus-

setzung, dafs A von t unabhängig bleibt, wie grofs auch dieses angenommen wird, oder dafs die Polarentfernung der Sonne beständig sey.

Versteht man unter t nur eine zwischen o und $2\pi$ enthaltene, oder auf die Dauer eines Tages beschränkte Gröfse, die aber positiv oder negativ, und unter $\mu$ die Zahl verflossener Tage, oder der vielfachen von $2\pi$, für irgend eine Zeit, so ist am $\mu+1$ten Tage die Wärme für die Tageszeit t und einen in der Polarzone gelegenen Ort:

$$v_{\mu+t} = A + \frac{kB}{1+k^2}(\sin t + k\cos t) + kCe^{-k(2\mu\pi+t)}.$$

da man in der Formel für v nur $2\mu\pi+t$ für t unmittelbar setzen darf, wodurch aber die Sinusse von t nicht ändern.

Der Beharrungszustand ist vorhanden, wenn die $\mu$ als Gröfse enthaltenden Glieder Null werden, alsdann ist also für jeden Tag die Wärme

$$v = A + \frac{kB}{1+k^2}(\sin t + k\cos t)$$

und hat zu gleichen Tagesstunden gleiche Werthe.

Die Zeiten der gröfsten und kleinsten Tageswärme sind die Werthe c und a von t, welche $\frac{dv}{dt}$ Null machen, also hat man für diese die Gleichung

$$\cos t - k\sin t = o, \text{ oder } \cos(t+\varkappa) = o.$$

Daher

$$t + \varkappa = \pm\frac{\pi}{2}$$

Mithin

$$c = \frac{\pi}{2} - \varkappa; \quad a = -\frac{\pi}{2} - \varkappa.$$

Wirkliche Beobachtungen in den Polargegenden mögen aus mehr als einer Ursache mit diesem Resultate, besonders mit dem Zeitpunkte der kleinsten Wärme, nicht übereinstimmen.

Geht die Sonne in diesen Zonen nicht mehr auf, so ist vom Moment an, wo sie zum letztenmale im Mittage sichtbar war, die dann vorhandene Wärme gleich $v_1$ gesetzt, fernerhin bis zum Wiedersichtbarwerden der Sonne

$$v = v_1 e^{-kt},$$

während welcher Zeit t nie negativ, sondern stetig fort durch die Vielfachen von $2\pi$ zu nehmen ist. Die kleinste Wärme wird erst einige Zeit nach der Wiedererscheinung der Sonne eintreten.

Die Abweichungen der Wirklichkeit von den Resultaten der mathematischen Hypothese, die hier zum Grunde liegt, sind leicht zu übersehen, da die Sonne kein Punkt ist, und die Atmosphäre der Erde an sich und wegen ihrer Beweglichkeit, besonders in diesen Zonen und während dieser Zeit, einen bedeutenden Einfluſs äuſsern kann.

§. 6.

Bei der Erwärmung eines Körpers kann zugleich ein Ausstrahlen der ihm eigenthümlichen oder mitgetheilten Wärme in Betrachtung gezogen werden, wovon bisher doch eigentlich nicht die Rede gewesen. Es könnte also scheinen, in dieser Voraussetzung möchten wesentlich verschiedene Resultate entstehen; zu zeigen, daſs dies nicht der Fall sey, ist jedoch wohl nicht überflüſsig. In der That ist das Ausstrahlen von Wärme nichts anders als ein beständiges Erkalten, welches der Gröſse nach bloſs als wie eine Funktion des Wärmeunterschiedes des Körpers und dessen Umgebung angesehen werden kann. Ist die Temperatur dieser beständig, so ist die Ausstrahlung blos Funktion der Wärme von jenem, also für jeden Augenblick Funktion der vorhandenen oder noch übrigen Wärme des Körpers.

Setzt man also, dies angenommen, die Erwärmung hänge von der Zeit t ab, so daſs die Wärme, welche im Zeitelemente dt gewonnen wird dv, woferne T die gehörige Funktion von t, seyn würde

$$dv = T\,dt.$$

so wird wegen des fortwährenden Wärmeausströhmens, wenn v selbst die vorhandene Wärme im Körper für den Zeitpunkt t bedeutet, und V eine Funktion von v, derselbe im Zeitelemente dt an Wärme V dt verlieren, also ist die ganze Wärmeänderung des Körpers mit dv bezeichnet

$$dv = T\,dt - V\,dt.$$

Die Gröſse v, als die Wärme des Körpers, kann betrachtet werden als von der Temperatur an gemessen, welche die Umgebung hat, nach der das Ausstrahlen geschieht, also als der Unterschied der Temperatur von dieser und von jenem. Dann aber ist gewöhnlicher Hypothese gemäſs $V = kv$, also

$$dv = (T - kv)\,dt$$

worin k ein beständiger Faktor und die Integralgleichung ist:

$$v = e^{-kt} (\int T e^{kt} dt + C).$$

Wird nun angenommen, die gegen den Körper strahlende Wärme verhalte sich wie S der Sinus der Sonnenhöhe über den Horizont, der Zeit t, von einem Mittage an gezählt, entsprechend, so wird diese die Wärme des Körpers um $k' S dt = T dt$ im Zeitelement dt erhöhen, und es darf allerdings $k'$ ein von k verschiedener beständiger Faktor seyn. Demungeachtet ist doch

$$T = k'S = A + B \cos t,$$

worin nur $A = k' \cos\gamma \cos\eta$; $B = k' \sin\gamma \sin\eta$.

Also

$$v = Ce^{-kt} + e^{-kt} \int (A + B \cos t) e^{kt} dt,$$

mithin

$$v = Ce^{-kt} + \frac{A}{k} + \frac{B}{1+k^2} (\sin t + k \cos t),$$

welche Gleichung mit k multiplizirt, für kv eben die Form annimmt, die oben für v gefunden ist. Daraus folgt, dafs auch alle andere vorher aus dieser Form abgeleitete auch hier gültig sind, wenn nur in den vorhergehenden kv statt v gesetzt wird, so lange nämlich als A und B, ohne Beziehung auf ihre endlichen Werthe, als für sich bestehende von t unabhängige Gröfsen behandelt werden. In den Gleichungen, welche S enthalten, ist dafür T zu setzen, da jenes zuvor wie dieses jetzt die Stelle von $A + B \cos t$ vertreten, und man hat, wenn für $t = -a$ die Wärme am kleinsten,

$$kv = T + \frac{Be^{-kt}}{1+k^2} \left( (\cos a + k \sin a) e^{-ka} - (\cos t - k \sin t) e^{kt} \right).$$

Angenommen die Wärme des Körpers sei für $t = c$ am gröfsten, so hat man für die gröfste und kleinste Wärme die Gleichungen:

$$kv_c = T_c; \quad kv_{-a} = T_{-a}.$$

Die Gleichung zwischen a, c und k bleibt die schon gegebene

$$(\cos a + k \sin a) e^{-ka} - (\cos c - k \sin c) e^{kc} = 0.$$

Für die Beziehung aufs Thermometer, welches die gröfste und kleinste Wärme gleich $\theta_c$ und $\theta_{-a}$ zeigte, wäre auch hier gesetzt

$$v_c - v_{-a} = \frac{1}{m}(\theta_c - \theta_{-a})$$

$$\text{also } \frac{1}{k}(T_c - T_{-a}) = \frac{1}{m}(\theta_c - \theta_{-a})$$

$$\text{mithin } m = \frac{k(\theta_c - \theta_{-a})}{T_c - T_{-a}} = \frac{k(\theta_c - \theta_{-a})}{B(\cos c - \cos a)}$$

daher ist für irgend einen Zeitpunkt t die Temperatur

$$\theta = \theta_{-a} + \frac{\theta_c - \theta_{-a}}{T_c - T_{-a}}(kv - kv_{-a})$$

oder

$$\theta = \theta_{-a} + \frac{\theta_c - \theta_{-a}}{T_c - T_{-a}}(kv - T_{-a})$$

die schon oben erhaltene Formel, in welcher blofs kv statt v, T statt S steht, wie es dem Bemerkten gemäfs sich verhalten mufs. Da nun kv denselbigen Ausdruck hat in T und B, als vorher v in S und B, so wird, da diese Gröfsen überdem wegfallen, wenn für kv dessen Werth gesetzt wird, für $\theta$ einerlei Ausdruck mit dem entstehen, welcher schon oben gegeben ist, und in welchem nur die Gröfsen $\theta_{-a}$, $\theta_c$, a, k, t vorkommen.

Auch der Ausdruck für die mittlere Temperatur eines Tages für $(\theta)$ bleibt der schon gegebene. Denn um diese zu finden, hat man mittelbar nur das Integral $\int \theta dt$ gehörig zu nehmen, welches mit dem vorhin gewählten Verfahren zu demselben Resultat führen mufs.

## §. 7.

Es ist gleich anfänglich angenommen, die Wärme der Erde könne jeden Tag ein Maximum und mithin ein Minimum werden, wie es erfahrungsgemäfs. Allein im Allgemeinen hat die Gleichung

$$\frac{B}{1+k^2}(\cos t - k \sin t) - kCe^{-kt} = o,$$

welche die Zeitpunkte dafür bestimmt, da hier t die Gränzen $-\pi$ und $+\pi$ nicht überschreiten soll, nicht stets reelle Werthe für t, wenn C eine gegebene Gröfse ist. Man sieht leicht, die Wärme der Erde könnte an sich po-

sitiv oder negativ angenommen werden, so dafs, am in Betrachtung gezogenem Tage, sich entweder in der Sonnenwärme die Erde stets abkühlte, oder auch während der folgenden Nacht noch erwärmte. In diesen Fällen wäre v für eine bestimmte Tageszeit gegebener Gröfse, und dadurch dann die von C bestimmt, k nämlich gleichfalls als gegeben betrachtet. Hebt man aber die Beschränkung im Werthe von t für einen Tag auf, so wird sich stets einer in Vereinigung mit Vielfachen von $2\pi$ finden, welcher der Gleichung genügt, indem nach $\mu$ Tagen kC den oben gefundenen und durch $C^{(\mu)}$ bezeichneten Werth erhält. Gesetzt die Erde habe anfänglich eine höhere Temperatur gehabt, als diejenige, welche ihr im Beharrungszustande im Maximum bleibt, für welchen dann c und —a die Tageszeiten für das Maximum und das Minimum werden; so erhellt, dafs, bevor dieser Zustand ganz eingetreten, ein Maximum nur früher als c Nachmittags und ein Minimum nur später als —a Vormittags sich ereignen kann. Diese beiden Zeitpunkte entfernen sich also von einander, so wie die Erde erkaltend sich dem Zustande der Beharrung nähert, und erreichen in demselben ihre gröfste Zwischenzeit. Umgekehrt wenn die anfängliche Wärme der Erde geringer ist als die kleinste, welche sie im Beharrungszustande erhält, so wird das erste Maximum später als c, das Minimum früher als —a eintreten. Diese beiden Zeitpunkte nähern sich also und sind im Beharrungszustande am wenigsten von einander entfernt. Etwas diesem analog hat auch gegenwärtig, obwohl die Erde in einem für die Erwärmung durch die Sonne in Beziehung auf das ganze Jahr beharrlichen Zustande sich befindet, doch noch im Winter und im Sommer statt, nur ist die Erde an keinem Tage so weit von der Temperatur entfernt, welche sie endlich erhalten müfste, wenn die an demselbigen Tage statt findende Abweichung der Sonne unveränderlich fortdauerte, um nicht einer täglichen Abnahme sowohl als Zunahme der Wärme ausgesetzt zu seyn. Zweimal im Jahre aber ist die Wärme so beschaffen, dafs, bliebe die Abweichung der Sonne unveränderlich, auch die Temperatur zu derselben Stunde jeden Tag dieselbe seyn würde. Dies ist der Fall am kältesten und wärmsten Tage des Jahrs; die Erde befindet sich an demselben im Beharrungszustande, welcher nur einige Zeit nach der gröfsten nördlichen und nach der gröfsten südlichen Abweichung, so wie die gröfste Tageswärme nur nach der gröfsten Sonnenhöhe an demselben eintreten kann.

Um die Aenderungen der Temperatur zu betrachten, welche die Aenderung der Abweichung der Sonne verursacht, nehme man an, diese ändere blofs während der Nacht, oder auf einmal, bei Sonnenuntergang z. B., so viel, dafs sie mit Sonnenaufgang diejenige sey, welche die Länge des folgenden Tages erheischt, und während der Dauer des Tages bleibe sie unveränderlich diejenige, welche im Mittag desselben dann statt findet. Wir betrachten also einen Körper einer veränderlichen Wärmequelle ausgesetzt, deren Wärme S gleich der Funktion $A + B \cos t$ der Zeit t, welche während des Theils der Zeit, wo sie negativ wird, aufhört, oder gleich Null zu nehmen ist, gerade so wie zuvor; nur die Bedingung tritt hinzu, dafs, nachdem die Funktion Null geworden für $t = \lambda$, und nun wiederum mit $t = 2\pi - \lambda$ von neuem positiv würde, statt derselben die Funktion $A_1 + B_1 \cos t$, der Form nach einerlei mit der vorhergehenden, aber mit veränderten Constanten, gesetzt wird. Bequemlichkeitshalber kann man in diesen an sich theoretischen oder doch nur für einen bedingten physischen Versuch wirklichen Fall, doch die Ausdrücke und Redensarten gebrauchen, die für das Phänomen der jährlichen und täglichen Erwärmung der Erde von der Sonne üblich sind, und sie werden daher, wie schon früher geschehen, nicht vermieden werden.

Es ist also die folgende Tageslänge, als Dauer der Erwärmung des Körpers, durch die Gleichung

$$A_1 + B_1 \cos \lambda_1 = 0$$

gegeben, aus welcher der Werth von $\lambda_1$ positiv zu nehmen ist. Da in die anfängliche Funktion

$$A = K \cos\gamma \cos\eta; \quad B = K \sin\gamma \sin\eta$$

gesetzt werden kann, so wird, K und $\gamma$ unveränderlich angenommen, $\eta$ von einem Tage zum andern geändert, so dafs

$$A_1 = K \cos\gamma \cos\eta_1; \quad B_1 = K \sin\gamma \sin\eta_1,$$

und ähnlich $A_2$, $B_2$, $A_3$, $B_3$ u. s. w. bestimmt werden, wobei zu bemerken, dafs $\eta_1 - \eta$, $\eta_2 - \eta_1$, .... nicht nothwendig beständig, sondern vielmehr nach irgend einem Gesetze sich ändern können, welches im Allgemeinen unbestimmt gelassen werden darf. Man kann also auch annehmen, dies Gesetz sei so beschaffen, dafs die verschiedenen Werthe von $\lambda$, $\lambda_1$, $\lambda_2$ etc. durch $\eta$, $\eta_1$, $\eta_2$ etc. bestimmt, den Gröfsen der halben Tagebögen wie sie sich folgen, entsprechen.

Da nun die Polarentfernung der Sonne $\eta$ für irgend einen Tag unveränderlich, so hat man für die Wärme v zu irgend einer Tageszeit auch die oben gegebene Formel

$$v = S - B \cos\eta \cos(t+\varkappa) + kCe^{-kt} \quad (1)$$

Die Wärme bei Sonnenuntergang

$$v_\lambda = -B \cos\eta \cos(\lambda+\varkappa) + kCe^{-k\lambda} \quad (2)$$

Die Dauer der nun folgenden Nacht aber wird gesetzt gleich $2(\pi-\lambda_1)$, nach Verfluſs dieser Zeit wird die Wärme also seyn

$$v_\lambda e^{-2k(\pi-\lambda_1)}$$

Dieses ist also die Wärme bei Sonnenaufgang des folgenden Tages, dessen Länge gleich $2\lambda_1$. Diese also mit $v_{-\lambda_1}$ bezeichnet, so hat man die Gleichung

$$v_{-\lambda_1} = v_\lambda e^{-2k(\pi-\lambda_1)} \quad (3)$$

Die Constante C des vorhergehenden Tages ändert sich daher so, daſs sie, mit $C_1$ bezeichnet, in Folge der allgemeinen Gleichung (1) für v, der Gleichung

$$-B_1 \cos\eta \cos(\lambda_1-\varkappa) + kC_1 e^{k\lambda_1} = v_{-\lambda_1},$$

also wegen (3) der Gleichung

$$-B_1 \cos\eta \cos(\lambda_1-\varkappa) + kC_1 e^{k\lambda_1} = v_\lambda e^{-2k(\pi-\lambda_1)}$$

genügen muſs.

Setzt man also in dieser für $v_\lambda$ dessen Werth (2), so erhält man für die Bestimmung des Werthes der Constante des folgenden Tages aus einem nächst vorhergehenden eine allgemeine Gleichung, welcher man die Gestalt

$$\left.\begin{aligned} kC_1 e^{-k\lambda_1} = kCe^{-k\lambda}.e^{-2k\pi} &- B\cos\eta.\cos(\lambda+\varkappa).e^{-2k\pi} \\ &+ B_1\cos\eta.\cos(\lambda_1-\varkappa).e^{-2k\lambda_1} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

geben kann.

Man setze Kürze halber

$$kCe^{-k\lambda} = L;$$
$$B\cos\eta\cos(\lambda+\varkappa) = M$$
$$B\cos\eta\cos(\lambda-\varkappa).e^{-2k\lambda} = N$$

und verstehe unter $L_1$, $M_1$, $N_1$ die Werthe dieser Funktionen für den folgen-

folgenden Tag, nehmlich $kC_1 e^{-k\lambda_1}$; $B_1 \cos\varkappa\cos\lambda_1 + \varkappa$; $B_1 \cos\varkappa\cos\lambda_1 - \varkappa . e^{-2k\lambda_1}$ und diesem ähnlich $L_2$, $M_2$, $N_2$ u. s. w., so drückt die Gleichung

$$L_1 = Le^{-2k\pi} - Me^{-2k\pi} + N_1$$

die vorhergehende (4) aus. Dieser zufolge ist also auch

$$L_2 = L_1 e^{-2k\pi} - M_1 e^{-2k\pi} + N_2$$

oder

$$L_2 = Le^{-4k\pi} - Me^{-4k\pi} + (N-M)_1 e^{-2k\pi} + N_2$$

und allgemein

$$L_\mu = \left.\begin{matrix} (N_\mu + (N-M)_{\mu-1} e^{-2k\pi} + (N-M)_{\mu-2} e^{-4k\pi} + \ldots \\ +(N-M)_2 e^{-2(\mu-2)k\pi} + (N-M)_1 e^{-2(\mu-1)k\pi} + (L-M e^{-2\mu k\pi} \end{matrix}\right\} \ldots(5)$$

wo durch die Zeigegröfsen $\mu$, $\mu-1$, $\mu-2, \ldots 2, 1$ unten an den Funktionen gesetzt, verstanden wird, dafs für $\lambda$ und so auch für $\eta$, wo es vorkömmt, die Werthe, welche sie $\mu$, $\mu-1$, $\mu-2, \ldots 2, 1$ Tage nachher haben $\lambda_\mu$, $\eta_\mu$, $\lambda_{\mu-1}$, $\eta_{\mu-1}\ldots$ zu setzen sind.

Da nun

$$L_\mu = kC_\mu (e^{-k\lambda})_\mu ,$$

so giebt die vorhergehende Gleichung, wenn man sie mit $\frac{1}{k}(e^{k\lambda})_\mu$ multiplizirt, den gesuchten Werth der Constante $C_\mu$, die $\mu$ Tage nach derjenigen statt hat, welche zuerst gleich C angenommen oder bestimmt war

$$C_\mu = \frac{1}{k}(e^{k\lambda})_\mu . L_\mu$$

## §. 8.

Man kann leicht das bisherige dem wirklichen Gange der Erwärmung der Erde noch etwas angemessener machen. Es ist im vorigen nämlich angenommen, die Dauer einer Nacht und des darauf folgenden Tages sei beständig, welches nicht genau der Wirklichkeit. Da aber die Zeitdauer der Erwärmung und Erkaltung einen bedeutenden Einfluſs äufsern könnten, so werde, um dieses näher zu erwägen, angenommen, die Zeitdauer der Nacht und des darauf folgenden Tages sey i, welches also die Zwischenzeit von einem Sonnenuntergange bis zum nächstfolgenden ausdrückt, und zwar

für den Tag, der mit dem Tagebogen $2\lambda$ endet. Ferner bedeuten $i_1$, $i_2$... die Dauer der folgenden ganzen Tage, deren Tagebögen $2\lambda_1$, $2\lambda_2$... sind. Die Dauer der Nächte, welche ihnen vorangehen, sind also $i_1 - 2\lambda_1$, $i_2 - 2\lambda_2$. u, s. w.

Die ersten beiden Gleichungen des vorigen Artikels bestehen also auch jetzt, allein in die dritte wird, wegen der folgenden Nachtdauer $= i_1 - 2\lambda_1$, dieses statt $2(\pi - \lambda_1)$ zu setzen seyn, sie wird also:

$$v_{-\lambda_1} = v_\lambda \, e^{-k(i_1 - 2\lambda_1)} \qquad \text{(III)}$$

daher für $v_{-\lambda_1}$ und $v_\lambda$ deren Werthe gesetzt,

$$-B_1 \cos\varkappa \cos(\lambda_1 - \varkappa) + kC_1 e^{-k\lambda_1} = (-B\cos\varkappa\cos(\lambda + \varkappa) + kCe^{-k\lambda}) e^{-k(i_1 - 2\lambda_1)}$$

daher

$$\left.\begin{aligned} kC_1 e^{-k\lambda_1} = kCe^{-k\lambda}.e_1^{-ki_1} - B\cos\varkappa.\cos(\lambda+\varkappa).e^{-ki_1} \\ + B\cos\varkappa.\cos(\lambda_1 - \varkappa)e^{-2k\lambda_1} \end{aligned}\right\} \ldots \text{(IV)}$$

die Gleichung zwischen den Constanten wird, welche an zwei einander folgenden Tagen statt haben. Diese Gleichung stimmt mit der des vorigen Artikels in den Funktionen ganz überein, für welche also auch die schon gebrauchten Buchstaben gesetzt werden können; nur ist zu bemerken, dafs i von einem Tage zum andern ändert; also statt dieser Gleichung

$$L_1 = L.e^{-ki_1} - Me^{-ki_1} + N_1$$

gesetzt, so wird die nächst folgende

$$L_2 = L_1.e^{-ki_2} - M_1 e^{-ki_2} + N_2$$

seyn. Daher

$$L_2 = Le^{-k(i_1+i_2)} - Me^{-k(i_1+i_2)} + (N-M)_1 e^{-ki_2} + N_2.$$

und allgemein wird $e^{-k} = E$ gesetzt,

$$\begin{aligned} \text{(V)}\ldots\ L_\mu = N_\mu &+ (N-M)_{\mu-1} E^{i_\mu} \\ &+ (N-M)_{\mu-2} E^{i_\mu + i_{\mu-1}} \\ &+ (N-M)_{\mu-3} E^{i_\mu + i_{\mu-1} + i_{\mu-2}} \\ &+ \ldots\ldots \\ &+ (N-M)_2 . E^{i_\mu + \ldots + i_4 + i_3} \\ &+ (N-M)_1 . E^{i_\mu + \ldots + i_4 + i_3 + i_2} \\ &+ (L-M) . E^{i_\mu + \ldots + i_3 + i_2 + i_1} \end{aligned}$$

welche Gleichung wieder mit $\frac{1}{k}(e^{k\lambda})_\mu$ multiplizirt, den Werth der Constante $C_\mu$ giebt. Also

$$C_\mu = \frac{1}{k} E^{-\lambda_\mu} L_\mu$$

oder

$$C_\mu = \frac{1}{k} (e^{k\lambda})_\mu L_\mu.$$

Diese Constante ist von der in der vorigen Hypothese gefundenen nur in den Faktoren der Funktionen N—M verschieden, nehmlich in den Exponenten von e, und diese Faktoren, mithin auch die Constante selbst, gehen in die obige über, wenn man $i_1 = i_2 = \ldots = 2\pi$ setzt. Diese entsteht also aus jener, wenn die Glieder noch mit $e^{-k}$ erhoben auf Potenzen, deren Exponenten gleich dem Ueberschufs ganzer Tage, zwischen nächsten Sonnenuntergängen, über eben so viele male $2\pi$, multiplizirt werden.

Die einzelnen der Gröfse $N_\mu$ folgenden Glieder der Reihe für $L_\mu$, also auch für die Constante $C_\mu$, nehmen sehr schnell ab, da sie beinahe nach ganzen Potenzen von $e^{-2k\pi}$ fortschreitet, welche Gröfse, wenn $k = 1$ gesetzt wird, noch nicht $\frac{1}{535}$, also weniger als ein halbes Tausendtheil ist. Die Constante, von welcher man ausgeht, verliert also ihren Einfluſs bald, da das L, welches sie enthält, gerade die höchste Potenz jener Zahl zum Faktor hat. Daraus geht hervor, daſs an keinem Orte der Erde eine Lokaltemperatur von einem ursprünglichen Wärmezustand herrührend noch merklich seyn könne, sondern sich alle auf einerlei Weise verhalten, wo nicht besondere stets fortwirkende Wärmequellen im Innern sich finden.

Es zeigt sich also, daſs die Constante durch sehr wenige Glieder der Reihe ausgedrückt werden kann. Wenn man nun mit $i_,$, $i_{,,}$, $i_{,,,}$ ... die Dauer der ganzen zunächst vorhergehenden Tage, deren Tagebögen mit $2\lambda_,$, $2\lambda_{,,}$, $2\lambda_{,,,}$ ..., die diesen entsprechenden Polarentfernungen, die unter den Gröfsen in B oder in M und N vorkommen, mit $\eta_,$, $\eta_{,,}$, $\eta_{,,,}$ ... bezeichnet; so ergiebt sich das L, welches dem Tage, für welchen jene Gröfsen i, $\lambda$, $\eta$ sind, allein aus bestimmten Gröfsen vorhergehender Tage, und es ist:

$$L = N + (N-M)_, E^i + (N-M)_{,,} E^{i+i_,} + (N-M)_{,,,} E^{i+i_,+i_{,,}} + \ldots$$

also:

$$C = \frac{N}{k} e^{k\lambda} + \frac{(N-M)_{,}}{k} e^{k\lambda} e^{-ki} + \frac{(N-M)_{,,}}{k} e^{k\lambda} e^{-k(i+i_{,})} + \ldots$$

oder wenn man für M, N, $M_{,}$, $N_{,}$, $M_{,,}$, $N_{,,}$ etc. ihre Werthe setzt, gleich

$$\left.\begin{array}{l} B\ (\cos\lambda + k\sin\lambda)\ e^{-2k\lambda} \\ + B_{,}\left((\cos\lambda_{,} + k\sin\lambda_{,})\ e^{-2k\lambda_{,}} - (\cos\lambda_{,} - k\sin\lambda_{,})\right) e^{-ki} \\ + B_{,,}\left((\cos\lambda_{,,} + k\sin\lambda_{,,})\ e^{-2k\lambda_{,,}} - (\cos\lambda_{,,} - k\sin\lambda_{,,})\right) e^{-k(i+i_{,})} \\ + \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \frac{e^{k\lambda}}{k(1+k^2)}$$

Also:

$$C = \left\{\begin{array}{l} B\cos(\lambda-\varkappa).e^{-2k\lambda} \\ +B_{,}\left(\cos(\lambda_{,}-\varkappa).e^{-2k\lambda_{,}} - \cos(\lambda_{,}+\varkappa)\right) e^{-ki} \\ +B_{,,}\left(\cos(\lambda_{,,}-\varkappa)e^{-2k\lambda_{,,}} - \cos(\lambda_{,,}+\varkappa)\right) e^{-k(i+i_{,})} \\ +B_{,,,}\left(\cos(\lambda_{,,,}-\varkappa)e^{-2k\lambda_{,,,}} - \cos(\lambda_{,,,}+\varkappa)\right) e^{-k(i+i_{,}+i_{,,})} \\ + \quad \ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \cdot \frac{\cos\varkappa . e^{k\lambda}}{\operatorname{tang}\varkappa} \ldots (VI)$$

Die ersten drei Glieder dieses Ausdrucks der Constante werden zu wirklicher Berechnung hinreichen, da im 4ten, auf $B_{,,,}$, $\lambda_{,,,}$ sich beziehenden, der Faktor nur $\frac{1}{165000000}$ ist.

Man nehme an, der Beharrungszustand habe statt für den Tag, an welchem der Tagebogen $\lambda_o$, die Dauer des Tages und der Nacht zusammen $i_o$, die Polarentfernung der Sonne $\eta_o$, also B, $B_o$ wird, so wird wegen des angenommenen Zustandes, die Constante $C_o$ den für denselben schon oben (§. 3.) gegebenen Ausdruck haben. Dieser läfst sich aber auch so schreiben

$$C_o = B_o\left(\cos(\lambda_o-\varkappa)e^{-2k\lambda_o} - (\cos\lambda_o+\varkappa)e^{-ki_o}\right)\frac{\cos\varkappa . e^{k\lambda_o}}{\operatorname{tang}\varkappa(1-e^{-ki_o})}$$

Entwickelt man den Divisor $(1-e^{-ki_o})$, so wird der Ausdruck für $C_o$ ganz die Gestalt des so eben für die Constante C im allgemeinen gefundenen Ausdrucks annehmen, nur dafs die $B_o$, $\lambda_o$, $i_o$ in allen Gliedern dieselben sind. Diese Uebereinstimmung ist nothwendig, weil sich, im Falle man im allgemeinen $\lambda_{,} = \lambda_{,,} = \ldots$ setzt, die Constante auch auf eben die Weise finden mufs, wie wenn diese Gröfsen nicht ändern. In diesem Falle aber, falls es erlaubt ist, die Glieder weit genug fortzusetzen, ohne sie wegen eines be-

stimmt als anfänglich gegebenen Gliedes, einer ursprünglich gegebenen Constante, abbrechen zu müssen, ist die gefundene Constante nothwendig die des Beharrungszustandes für die angenommene Polarentfernung der Sonne.

Setzt man also

$$C = B\left(\cos(\lambda-\varkappa)e^{-2k\lambda} - \cos(\lambda+\varkappa)e^{-ki}\right)\frac{\cos\varkappa e^{k\lambda}}{\operatorname{tang}\varkappa\,(1-e^{ki})}, \quad \text{(VII)}$$

unter C den der Kürze wegen nicht hergesetzten Ausdruck (VI) verstanden, so kann man beiderseits mit $\frac{\cos\varkappa e^{k\lambda}}{\operatorname{tang}\varkappa}$ dividiren, und hat eine Gleichung in $\lambda$, $\lambda_{,}$, $\lambda_{,,}$ ... nebst den andern ihnen zugehörigen Gröfsen vorhergehender Tage. Findet man nun einen Werth von $\lambda$ oder $\eta$, welcher, nebst denen der vorigen Tage, die jene erfordern, dieser Gleichung genügt, so ist dieser Werth das $\lambda_o$ oder $\eta_o$, nehmlich derjenige halbe Tagesbogen oder die Polentfernung die Sonne, welche am Tage des Beharrungsstandes statt haben, und dadurch ist dieser Tag, also die Zeit, wenn derselbe eintritt, selbst bestimmt. Indem angenommen wird, dafs, da die $\lambda$, $\eta$ Funktionen der verflossenen Tage von einem bestimmten an gezählt sind, umgekehrt auch die Tageszahl aus einem gegebenen $\lambda$ oder $\eta$ abgeleitet werden könne.

Man wird versuchsweise zu verfahren haben, um die beiden $\eta$ zu finden, welche am nächsten der Gleichung (VII) genügen, nur die Weitläuftigkeit der Rechnung macht die Schwierigkeit.

Die Gröfse k ist, als beständig betrachtet, eine bestimmte Gröfse, und da nunmehr im allgemeinen Ausdrucke des Werthes der täglichen Wärme

$$v = S - B\cos\varkappa\cos(t+\varkappa) + kCe^{-kt}$$

die Constante C einen durch den Ausdruck (VI) bestimmten aber auch k enthaltenden Werth hat, so wird, wenn c und $-a$ die Tageszeiten der gröfsten und kleinsten Wärme, die vermittelst c, $-a$ gegeben, nehmlich $S_c$, $S_a$ sind, und man diese in die allgemeine Gleichung setzt, für die Bestimmung von k sowohl

$$\cos(c+\varkappa) - \frac{kC}{\cos\varkappa.B}e^{-kc} = o$$

als auch

$$\cos\varkappa\cos(a-\varkappa) - \frac{kC}{\cos\varkappa.B}e^{ka} = o.$$

die beide jede für sich zur Bestimmung von k oder $\varkappa$ dienen könnten, wenn nicht die verwickeltere Zusammensetzung der k in C diese für die Rechnung zu beschwerlich machte. Man thut daher besser $\frac{kC}{\cos \varkappa . B}$ aus diesen beiden Gleichungen zu eliminiren, wodurch man dann freilich auf die schon oben gegebene Gleichung für k wieder zurückkömmt.

Betrachtet man aber das k als eine gegebene Gröfse, entweder durch eine Beobachtung an irgend einem Tage oder an sich, so erhellt, dafs die Gleichung $\frac{dv}{dt} = o$, nehmlich die oben öfter vorgekommene, auch aus obigen beiden Gleichungen t statt c oder $-t$ statt a gesetzt, hervortretende Gleichung, für jeden Tag, da $\frac{C}{B}$ nichts unbestimmtes mehr enthält, den Zeitpunkt der gröfsten und kleinsten Wärme geben mufs. Diese Zeitpunkte bestimmen sich also, falls k durch Beobachtung gefunden ist, welches beobachtete Werthe von c und $-a$ voraussetzt, als von diesen abhängig; im Falle k selbst angenommen wird, erscheinen sie als blofse Funktionen von k mit den den Tagen zukommenden Werthen von $\lambda$, $\eta$ ... verbunden.

§. 9.

Will man auch die Veränderung der Polarentfernung während einem Tage in Betrachtung ziehen, so mufs man in der Fundamentalgleichung

$$v = ke^{-kt}(\int Se^{kt}dt + C)$$

von der Funktion S das $\eta$ veränderlich nehmen. Aber da es von der Länge der Sonne abhängt, so wird, diese gleich s, den Sinus der Schiefe der Ekliptik gleich $\varepsilon$ gesetzt; $\cos \eta = \varepsilon \sin s$. Also nimmt S nun die Form

$$A . \varepsilon \sin s + B \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin s^2} . \cos t$$

an. Um dies auf eine veränderliche Gröfse zu bringen, ist noch eine Beziehung zwischen s und t erforderlich. Diese so einfach als möglich angenommen, wird $dt = mds$ zu setzen seyn, also

$$t = m (s - s^o)$$

wo $s^o$ eine beständige Gröfse, die Länge der Sonne im Mittage für $t = o$. Es ist also hier gesetzt, die Sonne bewege sich gleichförmig in der Eklip-

tik, also m der Quotient der Dauer eines Tages $= 2\pi$ dividirt durch die mittlere Bewegung der Sonne für einen Tag. Es drückt mithin die Zahl m die Länge des tropischen Sonnenjahres in Tagen aus.

Die obige Formel wird nun nach erforderlicher Substitution . . . (1)

$$v = \left\{ \left( \int \left( \varepsilon A \sin s + B \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin s^2} \cos m(s - s^0) \right) e^{km(s-s^0)} ds + \frac{C}{m} \right) \right\} mk.e^{-km(s-s^0)} \times$$

in welcher auch A und B Beständige sind, aber nicht ganz einerlei mit denen, welche zuvor eben diese Buchstaben bezeichneten, da sie jetzt nicht mehr $\cos\eta$ und $\sin\eta$ als Faktoren in sich schliefsen.

Die Formel enthält zwei zu suchende Integrale, nehmlich

$$\varepsilon A e^{-kms^0} \int \sin s . e^{kms} ds \qquad (a)$$

und

$$B \int \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin s^2} . \cos m(s - s^0) e^{km(s-s^0)} ds \qquad (b)$$

Das erstere giebt keine Weitläuftigkeit. Im andern setze man $\frac{1 - \cos 2s}{2}$ statt $\sin s^2$, so wird die Radikalgröfse

$$\sqrt{1 - \varepsilon^2 . \sin s^2} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{2}}} \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^2}{2 - \varepsilon^2} \cos 2s}$$

Man entwickele dies Radikal in einer nach Cosinusse der vielfachen von 2s fortschreitenden Reihe [..$R_n \cos 2ns$] und setze demnach

$$\sqrt{1 + \frac{\varepsilon^2}{2 - \varepsilon^2} \cos 2s} = R_0 + R_1 \cos 2s + R_2 \cos 4s + R_3 \cos 6s + \ldots$$

in welcher

$$R_n = \frac{1}{\pi} \int \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^2}{2 - \varepsilon^2} \cos z} . \cos nz dz$$

dieses Integral von $z = 0$ bis $z = \pi = 3{,}14\ldots$ genommen; so wird das zu suchende Integral eine Reihe seyn, deren allgemeines Glied ist

$$\frac{BR_n}{\sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{2}}} \int \cos 2ns . \cos m(s - s^0) . e^{km(s-s^0)} ds. \qquad (c)$$

Das Produkt beider Cosinusse unter dem Integralzeichen ist aber

$$\frac{1}{2}\left\{\cos\left((m-2n)s-ms^\circ\right)+\cos\left((m+2n)s-ms^\circ\right)\right\}.$$

Daher wird das allgemeine Glied gleich . . . . . (c')

$$\frac{e^{-mks^\circ}BR_n}{2\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}\left(\int\cos\left((m-2n)s-ms^\circ\right)e^{mks}ds+\int\cos\left((m+2n)s-ms^\circ\right)e^{mks}ds\right)$$

die zwei Integrale für sich, sind

$$\frac{mk\cos\left((m-2n)s-ms^\circ\right)+(m-2n)\sin\left((m-2n)s-ms^\circ\right)}{m^2k^2+(m-2n)^2}e^{mks}$$

und

$$\frac{mk\cos\left((m+2n)s-ms^\circ\right)+(m+2n)\sin\left((m+2n)s-ms^\circ\right)}{m^2k^2+(m+2n)^2}e^{mks},$$

in welchen man, da $m(s-s^\circ)=t$, statt den Cosinus und Sinus von $m(s-s^\circ)\mp 2ns$ die von $t\mp 2ns$ setzen kann. Setzt man auch die Nenner um abzukürzen

$$m^2k^2+m^2+4n^2\mp 4mn=\alpha_n\mp\beta_n$$

und addirt beide Integrale, so wird, wenn man auch den ihnen gemeinschaftlich zukommenden beständigen Faktor wieder mitnimmt, das allgemeine Glied des Integrals (c) oder (c') gleich

$$\frac{e^{kt}.BR_n}{(\alpha_n^2-\beta_n^2)\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}\left\{\begin{array}{l}mk\,(\alpha_n\cos 2ns\cos t+\beta_n\sin 2ns\sin t)\\+(m\alpha_n-2n\beta_n)\cos 2ns\sin t+(2n\alpha_n-m\beta_n)\sin 2ns\cos t\end{array}\right\}\ldots(d)$$

in welchem also für n alle ganze positive Zahlen von $n=0$ an zu setzen sind, um die Reihe zu erhalten, welche den Werth des zweiten Theils (b) des Integrals $\int Se^{kt}dt$ ausdrückt. Vom ersten Theile desselben (a), ist, da

$$\int\sin s\,e^{kms}ds=\frac{km\sin s-\cos s}{1+m^2k^2}e^{kms}$$

der Werth

$$\frac{\varepsilon Ae^{kt}}{1+m^2k^2}(km\sin s-\cos s) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (e)$$

welche

beide in die Gleichung (1) gesetzt, so ergiebt sich

$$(2)\quad v = kCe^{-kt} + \frac{mk.\varepsilon A}{1+m^2k^2}(km\sin s - \cos s) + mk.e^{-kt}[(d)]$$

unter [(d)] die Reihe verstanden, deren allgemeines Glied oben unter (d) bezeichnet ist. Also ist

$$(3)\quad v = \left\{ \begin{array}{l} kCe^{-kt} + \frac{mk.\varepsilon A}{1+m^2k^2}(km.\sin s - \cos s) \\ + \frac{mk.B}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}\left[\frac{R_n(\varrho_n \cos t + \varrho'_n \sin t)}{\alpha_n^2 - \beta_n^2}\right] \end{array} \right\}$$

wo im letzten Faktor, wie aus der Vergleichung mit (d) erhellt,

$$\varrho_n = mk\alpha_n \cos 2ns + (2n\alpha_n - m\beta_n)\sin 2ns;$$
$$\varrho'_n = (m\alpha_n - 2n\beta_n)\cos 2ns + mk\beta_n \sin 2ns;$$

auch wie zuvor

$$\alpha_n = m^2(1+k^2) + 4n^2; \quad \beta_n = 4mn$$

zu setzen, und alle Glieder der Reihe von $n = o$ an zu nehmen sind.

§. 10.

Dieser Ausdruck von v enthält den zuerst (§. 1.) gegebenen als einen besondern Fall, und mufs in denselben übergehen, wenn man m unendlich grofs, das ist die Bewegung der Sonne in der Ekliptik unendlich klein gegen die tägliche scheinbare, welche die Zeit ausdrückt, annimmt. Um also den Werth von v in dieser Hypothese zu erhalten, hat man nur in (2) diejenigen Glieder, welche die höchsten Potenzen von m enthalten, mit Vernachläfsigung der übrigen aufzunehmen. Es fällt also $\beta_n$ gegen $\alpha_n$ weg, oder es ist $\beta_n = o$, also auch

$$\varrho'_n = m\alpha_n \cos 2ns; \quad \varrho_n = mk\alpha_n \cos 2ns; \quad \alpha_n = m^2(1+k^2).$$

Mithin:

$$\left[\frac{R_n(\varrho_n \cos t + \varrho'_n \sin t)}{\alpha_n^2 - \beta_n^2}\right] = \left[\frac{R_n \cos 2ns.m(k\cos t + \sin t)}{\alpha_n}\right]$$

also mit $\frac{mk.B}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}$ multiplizirt und $m^2(1+k^2)$ für $\alpha_n$ gesetzt, so wird es

das letzte die Reihe ausdrückende Glied von (2) und gleich

$$B\frac{[R_n \cos 2ns.k\,(k\cos t+\sin t)]}{(1+k^2)\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} = \frac{[R_n \cos 2ns]}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon_2}{2}}}\;\frac{k\,(k\cos t+\sin t)}{1+k^2}.$$

Aber $\left[\frac{R_n \cos 2ns}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}\right]$ drückt nach dem vorigen die Entwickelung von

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}\sqrt{1+\frac{\varepsilon^2}{2-\varepsilon^2}\cos 2s} = \sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 s}$$

in einer Reihe aus, ist also diesem gleich, also wird in (2)

$$mke^{-kt}\,[(d)] = B\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 s}\;\frac{k\,(k\cos t+\sin t)}{1+k^2}$$

In dem diesem in (2) vorhergehenden Gliede ist, weil k einen endlichen Werth hat, für $1+m^2k^2$ im Nenner $m^2k^2$ zu setzen, wodurch es, da keine negative Potenz von m zuläfslich, übergeht in $\varepsilon A \sin s$, also die ganze Formel (2) wird

$$v = kCe^{-kt} + A\varepsilon\sin s + \frac{kB\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2 s}}{1+k^2}\,(k\cos t+\sin t)$$

welches mit Berücksichtigung der veränderten Bedeutung von A und B gerade die zuerst gefundene Formel ist.

Ist die Schiefe der Ekliptik Null, also auch $\varepsilon = 0$, so wird sich die Reihe $[R_n \cos 2ns]$ auf ihr erstes Glied beschränken, also gleich 1; und die Formel geht über in

$$v = kCe^{-kt} + mkB.R_0\;\frac{(\varrho_0\cos t+\varrho_0'\sin t)}{a_0^2}$$

Aber für $n=0$ ist zufolge der allgemeinen Ausdrücke für $\alpha_n$, $\varrho_n$, $\varrho_n'$

$$\alpha_0 = m^2(1+k^2),\ \beta_0 = 0$$
$$\varrho_0' = mk\alpha_0 = m^3k(1+k^2)$$
$$\varrho_0' = m\alpha_0 = m^3(1+k^2)$$

Also

$$v = kCe^{-kt} + \frac{kB}{1+k^2}(k\cos t + \sin t)$$

wie es dem Werthe von v in (§. 1.) angemessen seyn mufs, wenn $\cos\gamma = 0$ also die Sonne im Aequator ist, in welchem sie in der hier gemachten Voraussetzung auch beharrt.

Der Fall, in welchem die Schiefe der Ekliptik ein rechter Winkel, die Axe der täglichen Bewegung in der Ebene der jährlichen liegt, mithin wenn $\varepsilon = 1$, ist in dem Endresultate zwar nicht enthalten, weil die Reihe $[B_n \cos 2ns]$ dann nicht gebraucht werden kann. Allein das Resultat ergiebt sich doch aus dem zum Grunde liegenden Ausdruck (1) des vorigen Absatzes, welcher für $\varepsilon = 1$ übergeht in

$$(A)\quad v = mke^{-km(s-s^0)}\left(\int (A.\sin s + B\cos s.\cos m(s-s^0))e^{km(s-s^0)}ds + \frac{C}{m}\right)$$

Von der unter dem Integralzeichen befindlichen Funktion ist aber das Integral des ersten Gliedes

$$A\int \sin s.e^{mk(s-s^0)}ds = A\,\frac{km\sin s - \cos s}{1+m^2k^2}\,e^{mk(s-s^0)}$$

Das Integral des andern ist gleich

$$\frac{1}{2}B\int\Big(\cos\big((m-1)s-ms^0\big) + \cos\big((m+1)s-ms^0\big)\Big)e^{mk(s-s^0)}ds = \ldots$$

$$= \frac{1}{2}Be^{mk(s-s^0)}\left\{\begin{array}{l}\dfrac{mk\cos\big((m-1)s-ms^0\big)+(m-1)\sin\big((m-1)s-ms^0\big)}{m^2k^2+(m-1)^2} \\ + \dfrac{mk\cos\big((m+1)s-ms^0\big)+(m+1)\sin\big((m+1)s-ms^0\big)}{m^2k^2+(m+1)^2}\end{array}\right\} =$$

$$\frac{1}{2}Be^{kt}\left(\frac{mk\cos.t-s+(m-1)\sin t-s}{m^2k^2+(m-1)^2} + \frac{mk\cos.t+s+(m+1)\sin.t+s}{m^2k^2+(m+1)^2}\right)$$

nachdem t statt $m(s-s^0)$ gesetzt ist, und macht man wieder zur Abkürzung

$$m^2k^2 + m^2 + 1 = \alpha;\quad 2m = \beta$$

so erhält man dafür

$$\frac{Be^{kt}}{\alpha^2-\beta^2}\Big(\big(mk\alpha\cos s + (\alpha - m\beta)\sin s\big)\cos t + \big(mk\beta\sin s - (\beta - m\alpha)\cos s\big)\sin t\Big)$$

Die Werthe beider Integrale in die obige Gleichung (A) und t statt $m(s-s^0)$ wo es noch vorkömmt, gesetzt, so hat man für v den endlichen Ausdruck:

$$v = kCe^{-kt} + \frac{mk.A}{1+m^2k^2}(km\sin s - \cos s) + \frac{mk.B}{\alpha^2-\beta^2}\begin{Bmatrix}(mk\alpha\cos s + (\alpha - m\beta)\sin s)\cos t \\ +(mk\beta\sin s - (\beta - m\alpha)\cos s)\sin t\end{Bmatrix} \quad (B)$$

Setzt man noch für $\alpha$ und $\beta$ deren Werthe, so hat man

$$v = \left\{\begin{array}{c} kCe^{-kt} + \dfrac{mkA(mk\sin s - \cos s)}{1+m^2k^2} \\ +mkB\left\{\begin{array}{l}\left[\left(m^2(k^2+1)+1\right)mk.\cos s + \left(m^2(k^2-1)+1\right)\sin s\right]\cos t \\ +\left[\left(m^2(k^2+1)-1\right)m\cos s + 2m^2k\sin s\right]\sin t\end{array}\right. \\ \hline m^4(k^2+1)^2 + 2m^2(k^2-1) + 1\end{array}\right\}$$

oder

$$v = \left\{\begin{array}{c} kCe^{-kt} + \dfrac{k^2A\sin s - \frac{1}{m}kA\cos s}{k^2+\frac{1}{m^2}} \\ KB\left\{\begin{array}{l}\left[\left(k^2+1+\frac{1}{m^2}\right)k\cos s + \left(k^2-1+\frac{1}{m^2}\right)\frac{\sin s}{m}\right]\cos t \\ +\left[\left(k^2+1-\frac{1}{m^2}\right)\cos s + 2k\frac{\sin s}{m}\right]\sin t\end{array}\right. \\ \hline (k^2+1)^2 + 2\frac{k^2-1}{m^2} + \frac{1}{m^4}\end{array}\right\}$$

Ob dieser Fall für irgend einen Planeten wirklich ist, oder nur zu hypothetischen Untersuchungen über die Folgen vorausgesetzter Einrichtungen in der Natur und deren Zweckmäfsigkeit dienen kann, ist hier gleichgültig. Mathematisch genommen ist er nicht zu übergehen, um so mehr, da derselbe auch für die Erde selbst anwendbar wird. Diese Formel für v nehmlich ist für jede Neigung der Axe eines Planeten gegen die Ebene seiner Bahn um die Sonne brauchbar, in sofern man die Veränderung der Deklination der Sonne während eines Tages der Zeit proportional annehmen darf.

Man sieht leicht, dafs im angenommenen Falle, einer auf deren Aequator rechtwinklichten Ekliptik, die Länge der Sonne stets ihrer Abweichung gleich ist, und da sie auf die Voraussetzung $t = m(s - s_i)$ beruht, so bedeutet nun m blofs den Quotienten der täglichen und der Deklinationsbewegung, welcher aber als beständig angenommen und behandelt worden ist.

Man kann sich in dieser Beziehung noch eine Abkürzung erlauben, indem man nur die erste Potenz von $\frac{1}{m}$ berücksichtiget, und dann wird die Gleichung

$$v = \begin{cases} kCe^{-kt} + A\sin s - \frac{1}{m}\frac{A}{k}\cos s \\ + \frac{kB}{k^2+1}\left(\cos s(k\cos t + \sin t) + \frac{1}{m}\frac{\sin s}{k^2+1}\left((k^2-1)\cos t + 2k\sin t\right)\right) \end{cases}$$

oder

$$v = \begin{cases} kCe^{-kt} + S + \frac{B\cos s}{k^2+1}(k\sin t - \cos t), \\ \quad - \frac{1}{m}\left(\frac{A}{k}\cos s - \frac{kB\sin s}{(k^2+1)^2}\left((k^2-1)\cos t + 2k\sin t\right)\right) \end{cases}$$

Nach dieser Ableitung besonderer Fälle aus dem Allgemeinen kehre ich zur Betrachtung von diesem zurück.

## §. 11.

Der Werth des Koeffizienten $R_n$ in der Reihe von $\sqrt{1 + \frac{\varepsilon^2}{2-\varepsilon^2}\cos 2s}$, ist (§. 9.) zwar im Vorbeigehen nach der Dalembertischen Bestimmung angedeutet, allein es ist nöthig, denselben dem Resultate nach näher zu kennen. Wird für die Entwickelung jenes Radikals, vorläufig allgemeiner statt desselben $(1 + 2\alpha\cos z)^n$ genommen, und gesetzt

$$(1 + 2\alpha.\cos z)^n = r_0 + r_1.2\cos z + r_2.2\cos 2z + \ldots + r_\mu.2\cos 2z + \ldots;$$

so hat man $\frac{m.m-1.m-2\ldots m-(i-1)}{1.2.3\ldots i}$ unter $m_i$ verstanden,

$$r_\mu = \left(n_\mu + n_{\mu+2}(\mu+2)_1\alpha^2 + n_{\mu+4}(\mu+4)_2\alpha^4 + n_{\mu+6}(\mu+6)_3\alpha^6 + \ldots\right)\alpha^\mu$$

oder

$$r_\mu = a^\mu . n_\mu \left(1+(n-\mu-1)\frac{n-\mu}{\mu+1}\alpha^2+(n-\mu-2)_2\frac{(n-\mu)_2}{(\mu+2)_2}\alpha_4+(n-\mu-3)_3\frac{(n-\mu)_3}{(\mu+3)_3}\alpha^6+\ldots\right)$$

Setzt man hierin $n = \frac{1}{2}$, so erhält man:

$$r_0 = 1 - \frac{1}{2^2}\alpha^2 - \frac{3.5}{2^6}\alpha^4 - \frac{3.5.7}{2^8}\alpha^6 - \ldots$$

$$r_1 = \frac{1}{2}\alpha + \frac{3}{2^3}\alpha^3 + \frac{5.7}{2^7}\alpha^5 + \frac{3.7.11}{2^{11}}\alpha^7 + \ldots$$

u. s. w.

Die Werthe der folgenden lassen sich aus diesen beiden noch bekannten Relationen finden, wenn man sie nicht unmittelbar berechnen will.

Hier ist $\alpha = \frac{\frac{1}{2}\varepsilon^2}{2-\varepsilon^2}$ und die Schiefe der Ekliptik 23° 27′ 45″ angenommen, giebt

$$\alpha = 0{,}0430423$$

Setzt man noch in der obigen Gleichung 2s statt z, so wird $r_0 = R_0$ $2r_1 = R_1$; $2r_2 = R_2$ ..., für welche dann, vermittelst des gesetzten Werthes von $\alpha$ gefunden wird

$R_0 =$ 0,9995363 und $\frac{R_0}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} =$ 1,0416695

$R_1 =$ 0,04307227 $\frac{R_1}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} =$ 0,0448879

$R_2 =$ — 0,00046423 $\frac{R_2}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} =$ — 0,0004838

$R_3 =$ 0,00001001 $\frac{R_3}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} =$ 0,0000104

$$R_4 = -0{,}00000027 \text{ und } \frac{R_4}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} = -0{,}0000028$$

$$R_5 = \quad 0{,}00000001 \qquad \frac{R_5}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}} = \quad 0{,}0000000$$

Diese Koeffizienten ändern natürlich mit der Schiefe der Ekliptik. Nähme man diese zu etwa 22° 39′ an, so dafs $\alpha = 0{,}04000000$, so bekommen sie die Werthe

$$R_0 = 0{,}99959940; \quad R_1 = 0{,}04002405;$$
$$R_2 = -0{,}00040081; \quad R_3 = 0{,}00000803;$$
u. s. w.

Ueberhaupt aber werden sich bei geringer Aenderung des Werthes von $\alpha$ die entsprechenden von $R_n$, mit Ausschlufs von $R_0$, beinahe verhalten wie die von $\alpha^n$, wie es aus ihrem allgemeinen Ausdruck erhellet.

Es wird aber der allgemeine Ausdruck für v, wenn man die beiden Theile des Integrals (c′) (§. 9.) nicht zusammenzieht, sondern blofs in den dort angezeigten Werthen $t \mp 2ns$ statt $(m \mp 2n)\, s - ms^\circ$ und i statt $\frac{1}{m}$ setzt, folgender

$$v = kCe^{-kt} + \frac{\varepsilon kA}{k^2+i^2}(k \sin s - i \cos s)$$

$$+ kB \left[ R_n \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{k\cos(t-2ns) + (1-2in)\sin(t-2ns)}{2\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}\,.\,(k^2+1-4in+4i^2n^2)} \\ + \dfrac{k\cos(t+2ns)+(1+2in)\sin(t+2ns)}{2\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}\,(k^2+1+4in+4i^2n^2)} \end{array} \right\} \right]$$

wo unter dem allgemeinen in [ ] eingeschlossenem Gliede die Summe aller zu verstehen ist, von welchen aber, im Falle die oben gegebenen numerischen Werthe von $R_n$ anwendbar sind, wenige genügen können.

Setzt man noch

$$\frac{\varepsilon k A}{k^2+i^2} = a_i$$

$$\frac{kBR_n}{2\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}\,(k^2+1-4in+4i^2n^2)} = r_{-n}; \qquad \frac{kBR_n}{2\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}\,(k^2+1+4in+4i^2n^2)} = r_n,$$

so bleiben diese Koeffizienten für jede Länge der Sonne unveränderlich, so lange man k und i beständig annimmt. Man kann sie in jedem Fall als gegeben betrachten und die numerischen Werthe von $r_{\pm n}$ mit Zuziehung der oben für $\frac{R_n}{\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{2}}}$ gegebenen für die verschiedenen Werthe von n gleich 0, 1, 2 ..., so weit es nöthig erachtet wird, leicht berechnen. Für n eine gerade Zahl sind sie negativ, nur nicht für $n=0$, wo auch $r_{-0}=r_0$ ist.

Die entwickelte Reihe für die Wärme v irgend eines Tages giebt demnach die Gleichnng $v =$ . . . . . .

$$\begin{aligned}
&kCe^{-kt}\\
&+\alpha\,(k\sin s - i\cos s)\\
&+r_0\,(2k\cos t + 2\sin t)\\
&+r_{-1}\left(k\cos(t-2s)+(1-2i)\sin(t-2s)\right)+r_1\left(k\cos(t+2s)+(1+2i)\sin(t+2s)\right)\\
&+r_{-2}\left(k\cos(t-4s)+(1-4i)\sin(t-4s)\right)+r_2\left(k\cos(t+4s)+(1+4i)\sin(t+4s)\right)\\
&+r_{-3}\left(k\cos(t-6s)+(1-6i)\sin(t-6s)\right)+r_3\left(k\cos(t+6s)+(1+6i)\sin(t+6s)\right)\\
&+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

Es darf kaum noch bemerkt werden, dafs diese Formel nicht zwei veränderliche s und t enthält, sondern, wegen der zwischen diesen beiden obwaltenden und gleich anfänglich ausgedrückten Relation, leicht nach Belieben als Funktion der einen oder der andern allein dargestellt, mithin auch als eine solche betrachtet werden kann.

Um in diesem auch einer willkührlichen Schiefe der Ekliptik angemessenen allgemeinen Ausdruck der Wärme die Constante zu bestimmen, sind die halben Tagesbögen oder die Zeiten des Aufgangs und Untergangs der

der Sonne, wenn diese statt finden, erforderlich. Diese werden erhalten aus der Gleichung für den Sinus der Sonnenhöhe, diesen gleich Null gesetzt. Diese Gleichung ist:

$$o = \varepsilon \cos\gamma \sin\sigma + \sin\gamma . \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin\sigma^2} . \cos m\,(\sigma - s^\circ)$$

in welcher aufser denen schon im vorigen der Bedeutung nach bekannten Gröfsen, hier nach $\sigma$ die Länge der Sonne beim Aufgange oder Untergange bezeichnet, welche eben diese Gleichung bestimmen soll, und wofür sie ihrer algebraischen Beschaffenheit nach offenbar zwei verschiedene genügende Werthe geben mufs. Es ist dann $m(\sigma - s^\circ)$ der halbe Tagebogen für den Nachmittag oder den Vormittag, nachdem dieser Winkel positiv oder negativ, das ist, nachdem einer der beiden Werthe für $\sigma$ gröfser oder kleiner als die Mittagslänge der Sonne $s^\circ$ ist. Das Problem über die Zeit des Aufgangs oder Untergangs der Sonne, für den einfachen vorliegenden Fall einer gleichförmigen Bewegung der Sonne in der Ekliptik, ist wohl noch nicht in mathematischer Beziehung hinlänglich behandelt worden. Hier genügt es indessen, aus der Gleichung nur zu ersehen, dafs $\sigma$, mithin $\lambda$ als Stundenwinkel der im Horizont befindlichen Sonne, zwei Werthe, $\lambda^\circ$ für den Aufgang, $\lambda_\circ$ für den Untergang habe, welche als Funktionen von $s^\circ$ angesehen werden müssen.

Man bezeichne den allgemeinen Ausdruck für v blos durch

$$v = kCE^{-t} + T$$

worin E statt $e^k$ steht, so ist T der von der Exponentialgröfse unabhängige blofs Sinusse der vorkommenden Winkel enthaltende Theil von v, oder der Werth von v selbst in der Voraussetzung die Constante C sei Null.

Die Wärme an diesem Tage, wo die Mittagslänge der Sonne $s^\circ$, für den Aufgang mit $(v_{-\lambda})_\circ$ für den Untergang mit $(v_\lambda)_\circ$ bezeichnet, so ist:

$$(v_{-\lambda})_\circ = kCE^{\lambda^\circ} + T_{-\lambda^\circ}$$

$$(v_\lambda)_\circ = kCE^{-\lambda_\circ} + T_{\lambda_\circ}$$

wo unter $T_{-\lambda^\circ}$, $T_{\lambda_\circ}$, nachdem man jene oder diese Wärme ausdrücken will, die Werthe des Ausdrucks T, wenn nicht allein für t, $-\lambda^\circ$ oder $\lambda_\circ$, sondern auch für s die entsprechenden Sonnenlängen $\sigma^\circ$, $\sigma_\circ$, welche $\lambda^\circ$, $\lambda_\circ$ bestimmen, substituirt sind, verstanden werden, so dafs $(v_{-\lambda})_\circ$, $(v_\lambda)_\circ$ dadurch Funktionen von $s^\circ$ sind. Am folgenden Tage, wo die Sonnenlänge im Mit-

tag gleich $s^{\circ}_{,} = s^{\circ} + \frac{2\pi}{m}$, den Stundenwinkel bei Sonnenaufgang mit $-\lambda^{I}$ bezeichnet, die Wärme in diesem Zeitpunkt mit $(v_{-\lambda})_{I}$, die Constante an diesem Tage mit $C_{I}$, so wird

$$(v_{-\lambda})_{I} = kC_{I}E^{\lambda^{I}} + T_{-\lambda^{I}}.$$

Leitet man andererseits eben diese Wärme aus der $(v_{\lambda})_{o}$, welche beim vorhergehenden Sonnenuntergang statt hatte, ab, da die inzwischen verflossene Zeit gleich

$$2\pi - \lambda_{o} - \lambda^{I} = 2\pi - m(\sigma_{o} - s^{\circ}) - m(s^{\circ}_{I} - \sigma^{I}) = m(\sigma^{I} - \sigma_{o});$$

so ist dieselbe

$$(v_{-\lambda})_{I} = (v_{\lambda})_{o} E^{\lambda_{o} + \lambda^{I} - 2\pi}$$

oder für $(v_{\lambda})_{o}$ dessen Werth gesetzt

$$(v_{-\lambda})_{I} = kCE^{\lambda^{I} - 2\pi} + T_{\lambda_{o}} E^{\lambda_{o} + \lambda^{I} - 2\pi}$$

diesen dem vorher gefundenen Werth gleich gesetzt, so entsteht die Gleichung

$$kC_{I} = kCE^{-2\pi} + T_{\lambda_{o}} E^{\lambda_{o} - 2\pi} - T_{-\lambda^{I}} E^{-\lambda^{I}}$$

zwischen den Werthen der Constante für zwei einander nächstfolgenden Tagen. Um noch etwas für das Folgende abzukürzen, werde diese Gleichung so geschrieben

$$kC_{I} = kC.E^{-2\pi} + U_{o} E^{-2\pi} - V_{I}$$

worin die angenommene Bezeichnung durch Vergleichung mit der vorigen bestimmt ist. Bedeuten nun $U_{\mu}$, $V_{\mu+1}$ ähnliche Funktionen als $U_{o}$, $V_{I}$, für die Tage, an welchen die Mittagslänge der Sonne gleich $s^{\circ}_{\mu} = s^{\circ} + \mu\frac{2\pi}{m}$, $s^{\circ}_{\mu+1} = s^{\circ} + (\mu+1)\frac{2\pi}{m}$, so folgt aus der letzten Gleichung

$$kC_{n} = \begin{cases} (kC+U_{o})E^{-2n\pi} + (U_{I} - V_{I})E^{-(n-1)2\pi} + (U_{2} - V_{2})E^{-(n-2)2\pi} + (U_{3} - V_{3})^{-(n-3)2\pi} + \ldots \\ \ldots + (U_{n-2} - V_{n-2})E^{-4\pi} + (U_{n-1} - V_{n-1})E^{-2\pi} - V_{n} \end{cases}$$

Da aber $U_{n-1}$, $U_{n-2}$ ... $V_{n-1}$, $V_{n-2}$ ... die Werthe der Funktionen U, V für die vorhergehende Tage desjenigen sind, an welchen die Mittagslänge der Sonne $s^{\circ} + n\frac{2\pi}{m}$, so hat man $n = o$ gesetzt, jene nun mit

$U_{-1}$, $V_{-1}$, $U_{-2}$, $V_{-2}$ ... zu bezeichnen, und für den Werth der Constante des Tages, dessen Mittags-Sonnenlänge $s^\circ$, die Gleichung

$$kC_\circ = -V_\circ + (U_{-1} - V_{-1})E^{-2\pi} + (U_{-2} - V_{-2})E^{-4\pi} + (U_{-3} - V_{-3})E^{-6\pi} + \ldots$$

in welcher, wenn man sie so weit man will fortsetzen darf, ohne in der Vergangenheit zum Tage zu gelangen, für welchen die Constante als willkührlich gegebener Gröfse anzusehen wäre, diese gar nicht mehr in Betrachtung kömmt, und die Constante $C_\circ$ für jeden Tag eine, durch die Länge der Sonne die geographische Breite und dem Koeffizienten k, so wie des in A und B angenommenen, bestimmte Gröfse ist.

Um diesen Ausdruck der Constante auf die anfänglich gebrauchten Gröfsen und deren Bezeichnung zurück zu bringen, ist nur zu bemerken, dafs, da T im Allgemeinen den Werth von v, wenn $C = o$ angenommen wird, bedeutet,

$$Te^{kt} = k\int Se^{kt}dt = mk\int Se^{km(s-s^\circ)}ds$$

wird. Setzt man in diesem Integral statt s denjenigen Werth von s, welcher gröfser als $s^\circ$, $S = o$ macht, so ist dies die mit $T_{\lambda_\circ} e^{k\lambda_\circ}$ oder mit $U_\circ$ bezeichnete Gröfse. Setzt man hingegen statt s den Werth von s, welcher ebenfalls $S = o$ macht, aber kleiner als $s^\circ$ ist, wodurch eben $\sigma^\circ - s^\circ = -\frac{\lambda^\circ}{m}$, also negativ wird, so ist dies der mit $T_{\lambda^\circ} e^{-k\lambda^\circ}$ oder mit $V_\circ$ bezeichnete Werth. Demnach ist

$$U_\circ - V_\circ = mk\int Se^{km(s-s^\circ)}ds$$

das Integral zwischen den beiden Werthen von s genommen, die S gleich Null machen, das ist von s gleich $\sigma^\circ$ bis $\sigma_\circ$ oder von der Sonnenlänge im Zeitpunkte ihres Aufgangs bis zu derjenigen, welche beim Untergange statt hat. Da aber $\sigma^\circ$, $\sigma_\circ$ als Funktionen von $s^\circ$ gedacht werden, so ist $U_\circ - V_\circ$ die so bestimmte Funktion von $s^\circ$, und geht über in $U_{-1} - V_{-1}$, wenn man sich in dem begränzten Integral $s^\circ - \frac{2\pi}{m}$ statt $s^\circ$ gesetzt vorstellt. Eben so geschieht der Uebergang von diesem zu $U_{-2} - V_{-2}$ und folgenden.

Uebrigens geht der Werth von $U_0 - V_0$ aus der allgemeinen Formel für v von selbst hervor, da

$$U_0 = v_{\lambda_0} e^{k\lambda_0} - kC \text{ und ähnlich } V_0 = v_{-\lambda^0} e^{-k\lambda^0} - kC$$

also

$$U_0 - V_0 = v_{\lambda_0} e^{k\lambda_0} - v_{-\lambda^0} e^{-k\lambda^0},$$

und die Constante fällt von selbst weg.

Versteht man unter $\Delta U_0$, $\Delta V$, die Werthe von $U_0 - U_{-1}$, $V_0 - V_{-1}$, und diesem gemäfs die höheren Differenzen, so kann man den oben gegebenen Ausdruck für die Constante auch so schreiben:

$$kC_0 = -V_0 + (U_0 - V_0)\frac{E^{-2\pi}}{1-E^{-2\pi}} - \Delta(U_0 - V_0).\left(\frac{E^{-2\pi}}{1-E^{-2\pi}}\right)^2$$

$$+ \Delta^2(U_0 - V_0).\left(\frac{E^{-2\pi}}{1-E^{-2\pi}}\right)^3 - \ldots.$$

und dem Algorithm gemäfs, welcher in den Abhandlungen der Akademie für 1804 — 11 gegeben ist, kann man dies ausdrücken durch

$$kC_0 = -V_0 + \frac{\frac{E^{-2\pi}}{1-E^{-2\pi}}}{1 + \frac{E^{-2\pi}}{1-E^{-2\pi}}\Delta}(U_0 - V_0)$$

und einfacher durch

$$kC_0 = -V_0 + \frac{1}{1-E^{-2\pi}\upsilon^{-1}}(U_{-1} - V_{-1}),$$

das auch unmittelbar aus der ersten Reihe für $kC_0$ erhellt.

§. 12.

Es ist ohne Entwickelung des Werthes der Constante $C_0$ leicht zu ersehen, dafs derselbe in Beziehung auf die Länge der Sonne s° periodisch seyn müsse, nehmlich stets denselben Werth wieder erhält, wenn $s^\circ + 2\mu\pi$, wo $\mu$ eine ganze Zahl, statt $s^\circ$ gesetzt wird, da nur Sinusse und Cosinusse von s° in $U_{-1}$, $U_{-2}$, ... $V_{-1}$, $V_{-2}$ ... vorkommen, wenn man sich die von $s^\circ - \frac{2\pi}{m}$, $s^\circ - \frac{4\pi}{m}$ als binomische in ihre einzelne entwickelt denkt.

Es enthalten zwar überdem $U_{-1}$, $U_{-2}$ ... $V_{-1}$, $V_{-2}$ ... die halben Tagebogen selbst, die zu jenen Sonnenlängen gehören, indem $U_0$, $V_0$ die Exponentialen $e^{k\lambda_0}$, $e^{-k\lambda^0}$ als Faktoren in sich schliefsen; allein wenn $s^0 + 2\mu\pi$ statt $s^0$ gesetzt wird, so hat dies auf $\lambda_0$, $\lambda^0$ als Funktionen von $s^0$ betrachtet, keinen Einfluss, da für diesen immer, in sofern sie möglich, die kleinsten Bogen zu verstehen sind, dem $s^0$ und $s^0 + 2\mu\pi$ einerlei $\lambda^0$, $\lambda_0$ entsprechen. Also hat die Constante nach Verfluss einer jeden vollständigen Zahl von Jahren stets einerlei Werth. Hingegen ändert sie mit jeden Werth von $s^0$, der zwischen o und $2\pi$ fällt, also von einem Tage zum andern, und da sie nach einem Jahre doch wieder zu demselben Werthe zurückkömmt, wenn nehmlich $s^0$ wieder denselben Werth erhält, so hat die Constante im Laufe des Jahres nothwendig einen gröfsten und einen kleinsten Werth. Es ist überflüssig, weitläuftig zu zeigen, dafs, obgleich derselbe Werth von $s^0$ nach einem Jahre nicht genau wiederkehrt, wenn das Jahr nicht einer ganzen Anzahl von Tagen genau gleich ist, dieses doch jenen Wechsel der Zunahme und Abnahme der Constante nicht stöhren könne.

Man kann sich, ohne Verfolgung analytischer Entwickelung des veränderlichen Werthes der Constante, die sehr weitläuftig wird, überzeugen, dafs sie kleiner und gröfser werden könne als die Beharrungs-Constanten, welche sich ergeben würden, wenn die Sonne ihre Polarentfernung unveränderlich beibehielte, bei welcher sie die gröfste oder kleinste Erwärmung der Erde bewirken könnte.

Setzt man nehmlich in dem bei unveränderlicher Deklination oben (§. 4.) für die mittlere tägliche Wärme gefundenen Ausdrucke von $\frac{(\int v\,dt) + [\int v\,dt]}{2\pi}$, statt der willkührlichen C den Werth der Beharrungs-Constante, welche dem Tage zukäme, so wird derselbe

$$\frac{2B(\sin\lambda - \lambda \cdot \cos\lambda)}{2\pi}$$

indem man also g als beständigen in der Fundamentalgleichung (§. 9.) in S mithin in B enthaltenen Koeffizienten betrachtet, statt der Länge der Sonne ihre Polarentfernung $\eta$ wieder setzt, so wird die mittlere tägliche Wärme, zu welcher ein Ort der Erde, dessen Breite $\frac{\pi}{2} - \gamma$, endlich gelangt, bliebe

die Deklination $\frac{\pi}{2} - \eta$ unveränderlich, H gesetzt

$$2\pi H = 2g \sin\gamma \sin\eta (\sin\lambda - \lambda . \cos\lambda).$$

Diesen Werth von H kann man zugleich als das Erwärmungs-Vermögen der Sonne, am Tage wo sie den Polarabstand $\eta$ hat, betrachten, nehmlich für einen $\gamma$ vom gleichnamigen Pole der Erde gelegenen Parallelkreis; oder als den Werth der Erwärmungsquelle, das ist als die Sonnenwärme für die ganze Dauer des Tages, die Nacht eingeschlossen, ansehen. In der That kann der Werth der Wärme einer an sich unveränderlichen Erwärmungsquelle nach der Wirkung geschätzt werden, welche sie unter gleichen Umständen auf einen Körper äufsert, also nach dem Wärmezustand, in welchem sie demselben zu setzen und unabänderlich zu erhalten vermag, in welchem sie also auch den Körper stets zu versetzen strebt, obwohl dieser Zustand selbst erst nach unendlich langer Einwirkung erfolgen kann. Dies entspricht auch, wie man sich leicht überzeugen kann, den hier gefolgten Grundsätzen, und stimmt daher auch mit den für die gröfste und kleinste Wärme eines jeden einzelnen Tages oben gegebenen Werthen $v_a = S_a$, $v_c = S_c$ überein, weil wenn die Sonne in den Zeitpunkten — a oder c in der Höhe, die sie dann hat, beharrte, auch die Wärme $v_a$ oder $v_c$ unveränderlich bleiben würde. Diese Bemerkungen sind nur deswegen nicht überflüssig, weil es bequem ist, andere Sprachausdrücke gebrauchen zu können, und eine während vier und zwanzig Stunden sehr veränderliche Erwärmung ihrem Mittel nach als die der Sonne zugehörige, ununterbrochen gleichförmig während der ganzen Zeit einer Umdrehung der Erde gegen sie strahlende Wärme ansehen zu dürfen, welche die Erde aber nicht annehmen kann, als nachdem sie derselben fortwährend ausgesetzt geblieben ist. Der analytische Ausdruck führt auch an sich schon auf ein diesem unter einen andern Gesichtspunkt entsprechendem Resultat.

Denn setzt man im Ausdruck für $2\pi H$, da

$$\sin\gamma \sin\eta \cos\lambda = -\cos\gamma \cos\eta$$

letzteres statt ersterem, so wird

$$2\pi H = 2g (\cos\gamma \cos\eta . \lambda + \sin\gamma \sin\eta \sin\lambda),$$

es ist also sichtlich, dafs, da

$$S = g (\cos\gamma \cos\eta + \sin\gamma \sin\eta \cos t)$$

wenn man das Integral $\int S\,dt$ von $t = -\lambda$ bis $t = \lambda$ nimmt und mit $(\int S\,dt)$ bezeichnet, auch seyn werde:

$$2\pi H = (\int S\,dt), \text{ mithin } H = \frac{1}{2\pi}(\int S\,dt)$$

also die mittlere Wärme eines Tages im Beharrungszustande gleich der mittlern Sonnenwärme.

Da aber, wenn man in S statt $\eta$ setzt $\eta - \Delta\eta$

$$\Delta S = g \cos\gamma \cos\eta\,(\text{tang}\,\eta - \text{tang}\,\gamma \cdot \cos t)\,\Delta\eta + \ldots$$

für jedes $\eta$ stets positiv, so lange $\eta > \gamma$ bleibt, also S so lange wächst, wenn $\eta$ abnimmt; so folgt, dafs dann das Integral $(\int S\,dt)$ innerhalb denselben Gränzen wächst, und um so mehr, wenn, wie es der Fall, so lange $\lambda$ nicht gleich $\pi$, dasselbe in gröfserer Ausdehnung zu nehmen ist.

Innerhalb des Polarkreises, wo die Sonne stets über dem Horizonte bleibt, ist (§. 5.) die Wärme im Beharrungszustande

$$v = A + \frac{kB}{1+k^2}(\sin t + k\cos t)$$

gefunden, daher wird die mittlere Wärme H gleich $\frac{1}{2\pi}(\int v\,dt)$, das Integral von $t = -\pi$ bis $t = \pi$ genommen; also:

$$H = A \quad \text{oder} \quad H = g\cos\gamma\cos\eta$$

wie es auch auf der vorigen Formel für H folgt, wenn man $\lambda = \pi$ setzt, und es ist also auch hier von $t = o$ bis $2\pi$,

$$H = \frac{1}{2\pi}(\int S\,dt).$$

Für $\gamma = o$, $\eta = o$, das ist, wenn die Sonne unveränderlich im Zenith stände, würde $H = g$; also wird die Gröfse der Sonnenwärme, oder die Wärme, welche ihre senkrechte Strahlen einen fortwährend denselben ausgesetzten Ort mittheilen, durch die Zahl g ausgedrückt.

Da im so eben angeführten Ausdruck der mittlern Wärme (§. 4.) die willkührliche Constante blofs in dem Gliede $+ Ce^{k\lambda}(1 - e^{-2k\pi}) : 2\pi$ als Faktor vorkömmt, so wird $C = L + C - L$ gesetzt, unter L die der Deklination entsprechende Beharrungsconstante verstanden, der für diese gefundene mittlere Wärme noch die Gröfse $(C - L)\,e^{k\lambda}(1 - e^{-2k\pi}) : 2\pi$ zuzusetzen

seyn, um diejenige zu erhalten, welche für die wirklich vorhandene Constante statt hat. Also wird

$$(v) = H + \frac{C-L}{2\pi} e^{k\lambda} (1 - e^{-2k\pi})$$

so lange $\lambda < \pi$, und für die Polarzone, wo $\lambda = \pi$, und $L = o$

$$(v) = H + \frac{C}{2\pi} e^{k\pi} (1 - e^{-2k\pi})$$

Also überhaupt:

$$C = L - \frac{2\pi . e^{-k\lambda}}{1 - e^{-2k\pi}} \left(H - (v)\right)$$

wofern man bemerkt, dafs $L = o$, wenn $\lambda = \pi$ wird. Daraus folgt, dafs bei geringerer mittlerer Wärme, als die des Beharrungszustandes, also geringer, als die Sonnenwärme eines Tages, die Constante C kleiner ist, als die Beharrungsconstante, welche demselbigen Tage zukäme, und umgekehrt.

Aber bei veränderlicher, doch stets innerhalb gewissen Gränzen bleibender Deklination der Sonne, wird die mittlere Tageswärme der Erde nie so grofs als die gröfste, noch so klein als die kleinste Sonnenwärme unter einen bestimmten Parallelkreis, vorausgesetzt die Erde befinde sich im Wärmezustande, in welchem die Sonne sie zu erhalten vermag; und es kann dieser Zustand nur innerhalb zweier äufsersten schwanken, da, um die gröfste oder kleinste Sonnenwärme zu erreichen, die Erde der einen wie dem andern unendlich lange ausgesetzt bleiben müfste, welches wegen der Aenderung der Sonnen-Deklination nicht geschieht. Es ist also die Constante C zu den Zeiten gröfster und kleinster Sonnenwärme kleiner im ersten, gröfser im zweiten Falle, als die den entsprechenden Deklinationen zukommende Beharrungs-Constanten. Die Werthe der wirklichen Constante und die Werthe der Beharrungs-Constante für einerlei Polarentfernung der Sonne, als Funktionen dieser, in sofern sie ändert, haben aber beide stetiges Fortschreiten, und da diese Werthe sich wechselseitig im Jahre übertreffen, so müssen sie wenigstens zwei mal in dieser Zeit gleich, also $H = (v)$ und die mittlere Wärme der Erde eine gröfste oder kleinste werden.

Dieses beruht nun freilich auf Werthe mittlerer täglicher Wärme in der Hypothese einer während eines Tages unveränderlichen Deklination, bleibt aber doch im wesentlichen dasselbe, wenn auch C und (v) als zusammengehörige Constante und mittlere Tageswärme in der (§. 9.) gemachten

ten Voraussetzung einer stetig ändernden, die L und H aber in dem Sinne beibehalten werden, in welchem sie bisher genommen worden sind, welches aber weiter zu erörtern überflüssig scheint. Denn nichts hindert den Ausdruck für die Constante C (nach §. 11.), der eine blofse Funktion von $s^\circ$ ist, dem Ausdruck der Beharrungs-Constante L, wie derselbige oben (§. 3.) gefundenen gleich zu setzen. Indem man die in diesen vorkommenden $\eta$, $\lambda$ durch eine entsprechende Länge der Sonne $s^\circ$ im Mittage mit unveränderlicher Deklination vermittelst den Gleichungen

$$\cos\eta = \varepsilon \sin s^\circ; \quad \cos\gamma\cos\eta + \sin\gamma\sin\eta \cdot \cos\lambda = 0$$

eliminirt, erhält man die Gleichung

$$C - L = 0$$

blofs in $s^\circ$ neben den bestimmten in derselben vorkommenden Gröfsen $\varepsilon$, $\gamma$, k. g, aus welcher die Werthe von $s^\circ$ sich ergeben müssen, für welche $C = L$ wird. Das heifst, man findet die Mittagssonnenlängen der Tage, an welchen die Constante C gleich ist, einer Beharrungs-Constante denselbigen Abweichungen der Sonne zukommend, welche sie im Mittage hat, wenn sie diese unveränderlich beibehielt.

Da nun $C = L$, so sind die Werthe der Wärme v dieser Tage in der Hypothese der unveränderlichen Mittagsdeklination, und in der, welche veränderlich wirklich den ganzen Tag über statt hat, in sofern sie von den Constanten abhängen, die nur in den Gliedern $kCe^{-kt}$ und $kLe^{-kt}$ vorkommen, gleich; dem andern Theile nach aber sind sie offenbar weniger verschieden, als bei derselben Constante die Wärmewerthe, welche den Deklinationen entsprächen, die beim Aufgange und Untergange an dem Tage wirklich statt finden und unveränderlich für den Tag beibehalten würden. Also wird, wenn die Constante C einer der Sonnenabweichung im Mittage entsprechenden Beharrungs-Constante L gleich wird, die Wärme des Tages gleich einer Sonnenwärme, die einer während dem Tage eintretenden Deklination als beständige zukäme.

Der einfache rein analytische Weg, welcher zu diesen Resultaten führt, ist leicht zu verzeichnen, aber wegen der verwickelten Formeln ist es weitläuftig, sie zu erhalten. Aus der End-Formel des entwickelten Reihenwerthes für v (§. 12.) findet man leicht den allgemeinen Werth von $\int v\,dt$, dieser ist in den Gränzen-Sonnenlängen beim Aufgange und Untergange, also von $s = \sigma^\circ$ bis $s = \sigma_\circ$ zu nehmen, wodurch das begränzte Integral ($\int v\,dt$) eine blofse Funktion von der Mittagssonnenlänge $s^\circ$ wird,

da $\sigma_0$, $\sigma^\circ$ als durch diese gegeben anzusehen sind. Addirt man zu diesem $\int v_{\lambda_0} e^{-k(t-\lambda_0)} dt$, von Sonnenuntergang bis nächsten Aufgang, also von $t = m(\sigma_0 - s^\circ)$ bis $t = m(\sigma' - s^\circ)$ genommen, so hat man für die mittlere Wärme in der Zwischenzeit $m(\sigma' - \sigma^\circ)$, von einem Sonnenaufgang bis zum nächstfolgenden

$$(v) = \frac{(\int v\,ds) + \frac{1}{mk} v_{\lambda_0} (1 - e^{-mk(\sigma' - \sigma^\circ)})}{\sigma' - \sigma^\circ}$$

Es könnte aber auch das Integral $\int v\,dt$ oder $m\int v\,ds$ vom Mittage bis Sonnenuntergang $m(\int v\,ds)_0$ genommen werden, während der Nacht wie zuvor, und für den folgenden Vormittag von der Sonnenlänge beim Aufgange $\sigma'$ bis zu der im Mittage $s^\circ + \frac{2\pi}{m}$ mit der diesem Tage zugehörigen Constante, das ist die des vorhergehenden Tages, wenn $s^\circ + \frac{2\pi}{m}$ in derselben statt $s^\circ$ gesetzt wird; dies letztere Integral werde mit $m(\int v\,ds)'$ bezeichnet. Die mittlere tägliche Wärme ist dann in einem etwas verschiedenen Sinn vom vorigen, nehmlich für die Zwischenzeit von einem Mittage bis zum nächst folgenden,

$$(v) = m\,\frac{(\int v\,ds)_0 + (\int v\,ds)' + \frac{1}{mk} v_{\lambda_0} (1 - e^{-mk(\sigma' - \sigma^\circ)})}{2\pi}$$

Man mag nun die mittlere Wärme eines Tages in der ersten oder andern Bedeutung nehmen, so sind beide doch blofse Funktionen von $s^\circ$, welche, $s^\circ$ nun als veränderlich betrachtet, die mittlere Wärme eines jeden Tages ausdrücken. Da sie revolutiv sind, nehmlich für $s^\circ + 2\mu\pi$ für $\mu$ eine ganze Zahl gleiche Werthe haben, unterdessen aber $\mu$ durch alle Zwischenwerthe von 0 bis 1 geht, verschiedene Werthe erhalten; so mufs unter diesen wenigstens ein gröfster und ein kleinster sich finden, für welche also die Gleichung

$$\frac{d(v)}{ds^\circ} = 0$$

die entsprechenden Werthe von $s^\circ$ bestimmt.

Stellt man sich vor, dafs (v), mithin auch die vorige Gleichung und die daraus gefolgerten Werthe von $s^\circ$ die Breite des Ortes oder $\gamma$ unbestimmt noch enthalten; so wird, auch wenn man die Werthe von $s^\circ$ in (v)

substituirt denkt, das Resultat w eine bloſse Funktion von $\gamma$, welche also für jeden $\gamma$ vom Pol entfernten Parallel die Gröſse eines Maximum oder Minimum der Wärme ausdrückt, woraus erhellt, daſs diese wiederum, mit $\gamma$ veränderlich, eines gröſsten und kleinsten Werths fähig seyn muſs. Die Parallele, wo gröſste und kleinste Sommerwärme und Winterkälte statt haben, müssen sich dann aus den Gleichungen

$$\frac{dw}{d\gamma} = o$$

ergeben.

Da $s^\circ$ von o bis $2\pi$, also $\eta$, die Entfernung der Sonne von einem Pol, zwischen $\frac{\pi}{2} + \varepsilon$ und $\frac{\pi}{2} - \varepsilon$ im Jahre geht, so wird in der Zone, wo $\eta$ kleiner als $\gamma$ werden kann, S, mithin auch die Sonnenerwärmung zweimal zu- und abnehmen, und daher auch zweimal eine gröſste und kleinste mittlere Wärme eintreten können.

Da die kleinste Wärme statt hat in einer Zeit, wo sich die Sonne dem Zenith nähert, die gröſste, nachdem sie durch dasselbe gegangen, auf der entgegengesetzten Seite sich von demselben entfernt, so werden zwischen den Wendekreisen die beiden Maxima und Minima der Wärme auſser dem Aequator ungleich. Auf der Seite, wo sich die Sonne am wenigsten vom Zenith entfernt, werden die Zeitpunkte für die gröſste und kleinste Wärme, mithin auch diese selbst ihrer Gröſse nach sich nähern und zuletzt zusammenfallen, welches doch nur geschehen kann, wenn zugleich die Polarentfernung der Sonne am kleinsten ist, mithin für einen bestimmten Parallel, welcher sich demnach durch die vorige Gleichung

$$\frac{d(v)}{ds^\circ} = o$$

bestimmte, wenn man in derselben $s^\circ = \frac{\pi}{2}$ setzte, und dann aus derselben den Werth von $\gamma$ zöge.

Dieser Parallel, welcher offenbar innerhalb den Wendekreisen fällt, läſst sich aber auf eine andere Weise bestimmen. Man setze nehmlich im allgemeinen Ausdruck der Constante C, $s^\circ = \frac{\pi}{2}$, und auch im Werthe der Beharrungs-Constante L statt $\lambda$ die zukommenden Werthe für $\eta = \frac{\pi}{2} - \varepsilon$ und $\gamma$, so werden beide bloſse Funktionen des noch unbestimmten $\gamma$, wel-

ches durch die Gleichung

$$C - L = o$$

gefunden wird.

Der Beharrungsstand ist für diesen Sommer und diesen Parallel am dauerhaftesten, da die Veränderung der Abweichung der Sonne am kleinsten. Diesem Sommer folgt ein noch gröfserer, wenn die Sonne auf der andern Seite des Zeniths durch den Meridian geht, da die Erwärmung der Erde inzwischen stets zunimmt. Dieser Parallel ist aber der einzige, wo zwischen zweien Sommern kein Winter oder keine Erkaltung statt findet, indem der erste nur ein momentanes Stillestehen der Erwärmung ist, und die mittlere Wärme kein Maximum im eigentlichsten Sinne erlangt, sondern einen Wendungspunkt ihrer zunehmenden Gröfse hat. Im folgenden Sommer, wo der Beharrungszustand oder die Gleichheit der Sonnenerwärmung und der mittlern täglichen Wärme der Erde als einer wirklich gröfsten zusammenfallen, wird diese gröfser, als an jedem andern Ort zwischen den Wendekreisen. Unter dem Aequator ist hingegen der Unterschied der gröfsten und kleinsten Wärme am geringsten.

Für die Polarzone ist vom Zeitpunkte an, wo die Sonne nicht mehr untergeht, die allgemeine Formel für die Wärme stetig. Man hat nur den Werth der Constante für jenen Zeitpunkt, so wie zuvor gezeigt ist, als Funktion von s der Mittagssonnenlänge, die nach dem letzten Sonnenuntergang eintritt, zu bestimmen, und sie bleibt dann unveränderlich, indem man, um die Wärme für irgend eine Zeit nachher zu erhalten, diese durch die derselben zukommenden Sonnenlänge ausdrückt, indem die Zeit vom Mittage an, wo s gleich $s^o$ war, ununterbrochen durch $m(s - s^o)$ ausgedrückt wird. Da aber die Formel in der Gestalt

$$v = kCe^{-kt} + \text{funct}'(t, s)$$

gegeben worden, und in der zusammengesetzten Funktion von t nur Sinusse vorkamen, so wird für dieselbe Tageszeit t aber $\mu$ Tage, nach demjenigen, an welchem die Sonne aufhörte unterzugehen, die Wärme

$$v = kCe^{-k(t+2\mu\pi)} + \text{funct.}\left(t, s + \frac{\mu\pi}{m}\right).$$

Eine nähere Erörterung dieser Formel und einiger in dieser Abhandlung nur vorlaufig berührter Punkte behalte ich mir zu einer andern Zeit vor, und lasse mich daher auch jetzt nicht auf die Voraussetzung der elliptischen Bewegung der Erde ein. Man wird leicht sehen, dafs die veränderliche Entfernung der Erde von der Sonne und ihre veränderliche Bewegung in den oben (aus §. 9. oder in §. 10.) abgeleiteten Formeln berücksichtiget werden könne, wenn man von einem Tage zum andern m ändert, und B, indem man für dieses den Koeffizienten g in S umgekehrt dem Quadrat der Entfernung der Sonne proportional setzt. Die Behandlung des Problems würde übrigens auch im wesentlichsten keine Abanderung erleiden, wenn man gleich die Erwärmung der Erde durch die Sonne nicht blofs dem Sinus ihrer Höhe proportional setzte, und jene in anderen Rücksichten, als hier angenommen sind, betrachten wollte.

Von der Bestimmung der Wassermenge eines Stroms.

Von Herrn Eytelwein. *)

Die Aufgabe, wie die Wasser-
menge eines jeden Stroms gefunden
werden kann, hat bisher zu den weit-
läufigsten Untersuchungen Veranlas-
sung gegeben, und dennoch hat es nicht
gelingen wollen, genügende Resulta-
te aufzustellen. Wären für jedes ge-
gebene Flußbett die Gesetze der Bewe-
gung des Wassers bekannt, so würde
man leicht in vorkommenden Fällen
aus den Abmessungen eines Stroms die
mittlere Geschwindigkeit und aus die-
ser die Wassermenge desselben finden
können. Allein es ist der Hydraulik bis

*) Vorgelesen d. 15. März 1821.

Gebrauche den Vortheil, daß man keiner so weitläufigen Vorrichtung bedarf, welche der hydrometrische Flügel zu seiner Befestigung erfordert, wenn man in großen Tiefen Geschwindigkeiten messen will, auch bedarf dasselbe keiner Zeitbestimmungen, wogegen der hydrometrische Flügel eine Sekunden- oder noch besser eine Tertienuhr erfordert.

Wird nun vorausgesetzt, daß zur Ausmittelung der Wassermenge eines Stroms an einer dazu geeigneten Stelle, wo das Strombett fest und von Unebenheiten frei ist, auch die Ufer auf eine gewisse Weite in geraden parallelen Richtungen fortlaufen, ein auf diese Richtung rechtwinklichter Querschnitt ausgemessen und aufgezeichnet, auch hierauf mittelst eines Stromgeschwindigkeitsmessers in mehreren, nicht zu weit von einander entfernten senkrechten Linien dieses Querschnitts, die verschiedenen

scheint es doch weit angemessener bei
der Berechnung der Wassermenge des
Stroms die Voraussetzung zu verlassen,
nach welcher das Wasser durch alle Theile
der einzelnen Trapeze mit gleicher Ge-
schwindigkeit abfließt und dagegen
anzunehmen, daß sich die Geschwindig-
keiten zwischen jeden 2 Punkten, in wel-
chen Beobachtungen angestellt worden
sind, nur allmählig ändern, also das
Wasser durch alle einzelne Punkte
des gemessenen Querschnitts auch mit
verschiedenen Geschwindigkeiten abflie-
ßt. Anstatt daher den ganzen Querschnitt
des Stroms in die vorhin beschriebenen
Viereile einzutheilen, wird es ange-
messener sein, jedes Mal zwei auf
einander folgende Punkte, in welchen
die Geschwindigkeiten der zugehörigen
senkrechten Linie gemessen sind, mit
den zunächst gelegenen Punkten der
darauf folgenden senkrechten Linie,

$\alpha, \beta$ und $\gamma, \delta$ gemessen hat. Ferner sollen die Tiefen $EA = a$, $AB = b$, $FC = c$ und $CD = d$ nebst dem Abstande der beiden senkrechten Linien $EF = h$ bekannt sein.

Mit $EB$ werde $PQR$ parallel gezogen und man setze die Geschwindigkeit in $Q = \alpha'$ in $R = \beta'$; ferner $EP = x$, $QR = y$; so verhält sich

$$h : x = \gamma - \alpha : \alpha' - \alpha \text{ und}$$

$$h : x = \delta - \beta : \beta' - \beta, \text{ daher wird}$$

$$\alpha' = \alpha + \frac{\gamma - \alpha}{h} x \text{ und } \beta' = \beta + \frac{\delta - \beta}{h} x.$$

ferner findet man $y = b + \frac{d - b}{h} x$.

Bezeichnet man die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in der senkrechten Linie $QR$ und $\omega$ und setzt die Wassermenge, welche in jeder Sekunde durch das Trapez $ABRQ = m$; ferner die durch das Trapez $ABCD$ abfließende

Wassermenge $= M$, so erhält man

$$\omega = \frac{\alpha' + \beta'}{2} = \frac{\alpha + \beta}{2} + \frac{\gamma + \delta - \alpha - \beta}{2h} x,$$

daher $m = \int \omega y \, dx$

Hierin die oben gefundenen Werthe gesetzt und integrirt, so findet man

$$m = (\alpha + \beta) \frac{bx}{2} + \Big((\alpha + \beta)(d - 2b) + (\gamma + \delta) b\Big) \frac{\ldots}{4}$$
$$- (\alpha + \beta - \gamma - \delta)\Big(d - b \frac{x^3}{6h^2} + \text{Const.}$$

wo die beständige Größe $= 0$ ist, weil $m = 0$ für $x = 0$ wird.

Für $x = h$ verwandelt sich $m$ in $M$, daher erhält man die Wassermenge, welche in jeder Sekunde durch das Trapez $ABCD$ abfließt, oder

$$M = \frac{h}{12}\Big((\alpha + \beta)(2b + d) + (\gamma + \delta)(b + 2d)\Big)$$

und hieraus die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser durch das gegebene Trapez abfließt

$$= \frac{(\alpha + \beta)(2b + d) + (\gamma + \delta)(b + 2d)}{6(b + d)}.$$

vergleicht man die hiernach gefundene Was-
sermenge mit derjenigen, welche ent-
steht, wenn man auf die gewöhnliche
Art unter der Voraussetzung rechnet,
daß alle Wassertheile in den zugehö-
rigen Vierecken mit einerlei Geschwin-
digkeit abfließen, und setzt die so ent-
standene Wassermenge $= M'$, so
findet man hiernach, wenn der Raum
ABCD in vier Trapeze so eingetheilt
wird, daß solche einerlei Höhe und
jede zwei aneinander liegende
gleiche Grundlinien erhalten, denn
aber jedes dieser Trapeze mit der
zugehörigen Geschwindigkeit mul-
tiplizirt wird, die entsprechende
Wassermenge

$$M' = \frac{h}{16}\Big((\alpha+\beta)(3b+d)+(\gamma+\delta)(b+3d)\Big).$$

Hieraus findet man den Unterschied

zwischen den nach diesen beiden Voraus-
setzungen berechneten Wassermenge
oder

$$M - M' = \frac{h}{48}(d-b)(\alpha+\beta-\gamma-\delta)$$

woraus hervorgeht, wie bedeutend gr
dieser Unterschied werden kann. Nur
für $d = b$ oder $\alpha+\beta = \gamma+\delta$ verschwin-
det dieser Unterschied, und man kann
alsdann ohne Nachtheil auf eine oder
die andere Weise die Wassermenge
berechnen.

Weil am Umfange der ange-
nommenen Querschnitte anstatt der
Trapeze, Dreiecke entstehen können,
so verwandelt sich für diesen Fall
das Trapez ABCD in ein Dreieck
ACD. Alsdann wird $b = 0$ und
$\beta = \alpha$, daher findet man für diesen
Fall die gesuchte Wassermenge

$$= \frac{hd}{6}(\alpha+\gamma+\delta).$$

h die Erwärmung der Erde durch die Sonne nicht bloſs dem Sinus

Die Anwendung der vorstehenden
Ausdrücke auf besondere Fälle der
Ausübung erfordert noch die Berück-
sichtigung des Umstandes, daß selten
die anzuwendenden Stromgeschwin-
digkeitsmesser die Geschwindigkeit
des Wassers unmittelbar an der
Oberfläche anzugeben im Stande sind,
sondern daß nur in einem bestimm-
ten Abstande von dem Wasserspie-
gel die Geschwindigkeiten gemes-
sen werden können, weil jeder
Körper, welcher zu nahe an die
Oberfläche des bewegten Wassers
gebracht wird, eine Erhöhung des-
selben verursacht, wodurch eine
Geschwindigkeit erzeugt wird,
die von derjenigen verschieden
ist, welche dem bewegten Wasser
im Beharrungszustande entspricht.
Wären daher unter dem Wasser,

spiegel $HH'$ die Geschwindigkeiten $\alpha, \beta, \gamma$ und $\delta$ in den Punkten $A$, $B$, $C$ und $D$ bekannt, und man wollte hieraus die durch das Viereck $ACEF$ in jeder Sekunde abfließende Wassermenge bestimmen, so setze man die Geschwindigkeiten des Wassers in $E = \alpha'$ und in $F = \gamma'$; alsdann wird man nach dem bisher beobachteten Verfahren mittelst der gegebenen Geschwindigkeiten $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, die Geschwindigkeiten an der Oberfläche des Wassers genau genug finden können.

Es verhält sich hiernach

$$b : a + b = \alpha - \beta : \alpha' - \beta \text{ und}$$

$$d : c + d = \gamma - \delta : \gamma' - \delta, \text{ folglich findet man}$$

$$\alpha' = \beta + (\alpha - \beta) \cdot \frac{a+b}{b} \text{ und}$$

h die Erwärmung der Erde durch die Sonne nicht bloſs dem Sinus

$$\gamma' = \delta + (\gamma - \delta) \cdot \frac{c+d}{d},$$

daher sind in dem Viereck ACEF die Geschwindigkeiten $\alpha'$, $\gamma'$, $\alpha$, $\gamma$ bekannt, und wenn die Wassermenge, welche durch dasselbe in jeder Sekunde abfließt $= N$ gesetzt wird, so findet man mit Hülfe des bereits entwickelten allgemeinen Ausdrucks

$$N = \frac{h}{12}\Big((\alpha'+\alpha)(2a+c) + (\gamma'+\gamma)(a+2c)\Big)$$

oder hierin die vorstehenden für $\alpha'$ und $\gamma'$ gefundenen Werthe eingeführt, so entsteht für die gesuchte Wassermenge folgender Ausdruck

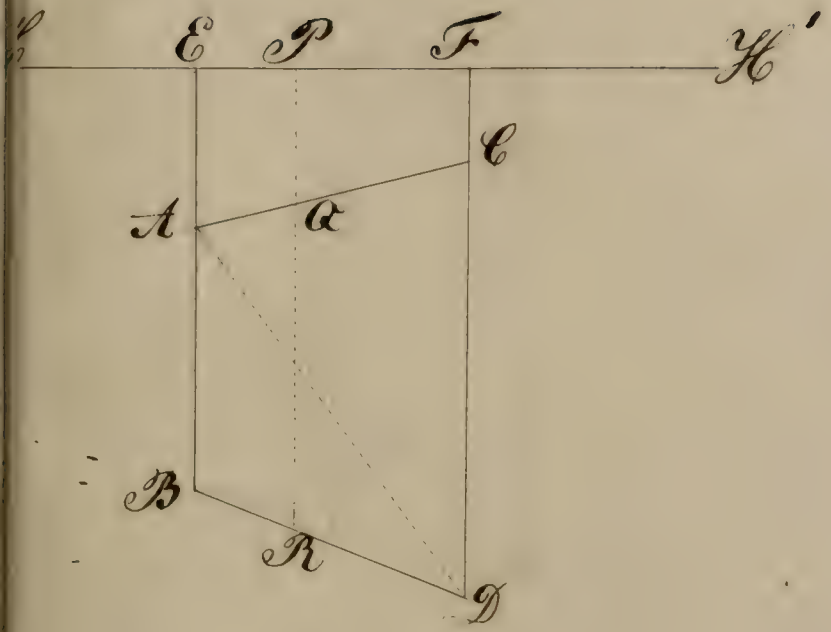
$$N = \frac{h}{12}\left(\frac{\alpha(a+2b)-\beta a}{b}(2a+c) + \frac{\gamma(c+2d)-\delta c}{d}(a+2c)\right).$$

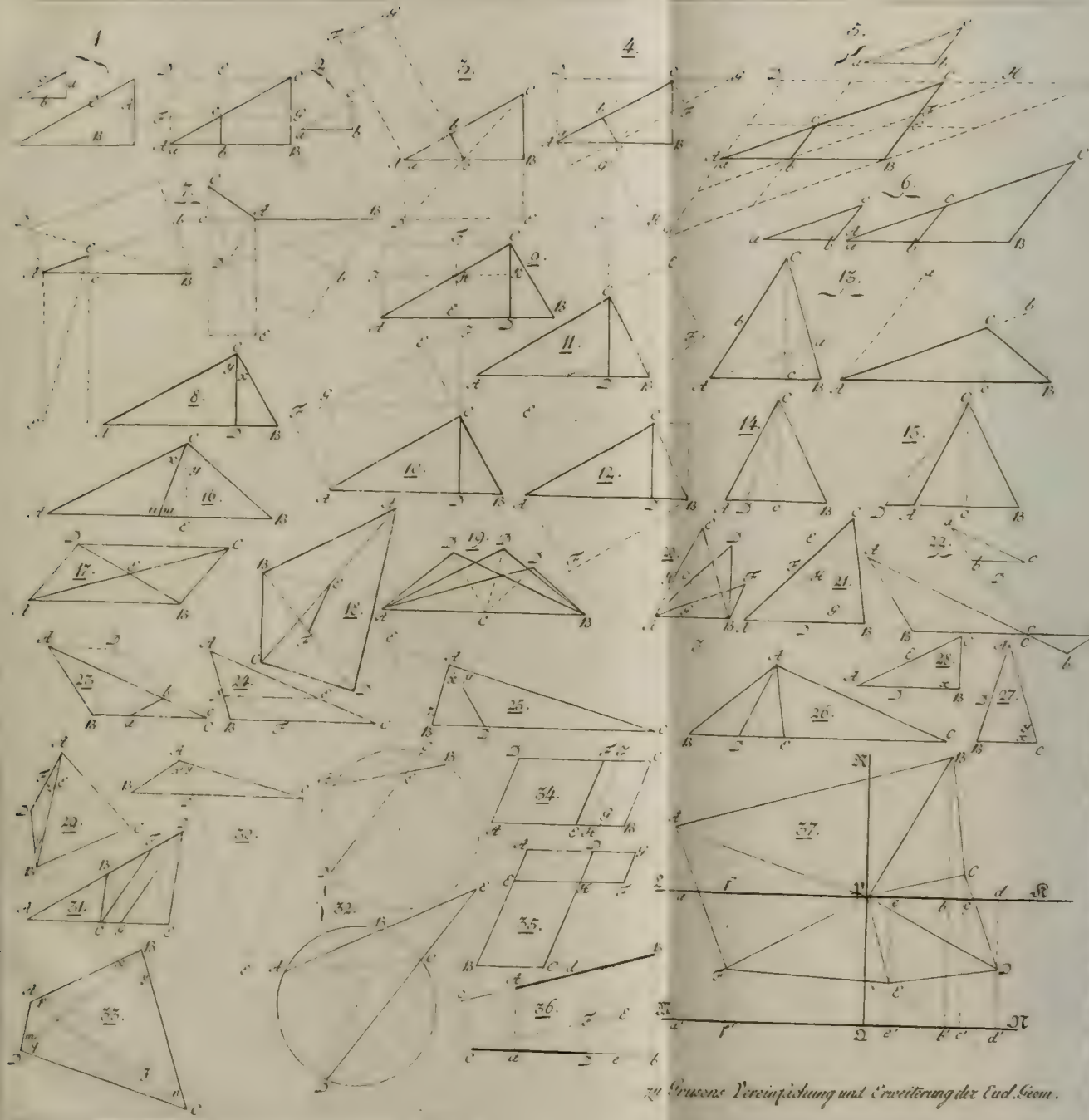
So wie unmittelbar am Wasserspiegel des Stromquerschnitts keine Geschwindigkeiten mittelst der

kenden Wassers erfordert, so
wenig als die besondern Vorrich-
tungen zu beschreiben, welche, vor-
züglich bei sehr breiten Strömen,
die genaue Angabe von der Lage
derjenigen Punkte erfordert, in
welchen Geschwindigkeiten und
Wassertiefen gemessen werden
sollen, weil ich mich bereits an ei-
nem andern Orte hierüber um-
ständlich erklärt habe.

---

Entlehnt aus den Abhandlungen
der mathematischen Klasse der
Königlich-Preußischen Akademie
der Wissenschaften aus den Jahren
1820 – 1821. Berlin, 1822. G.
Reimer.


E
P
F
H
C
A
Q
B
R
D



zu Grusons Vereinfachung und Erweiterung der Eucl. Geom.

Fig. 1.

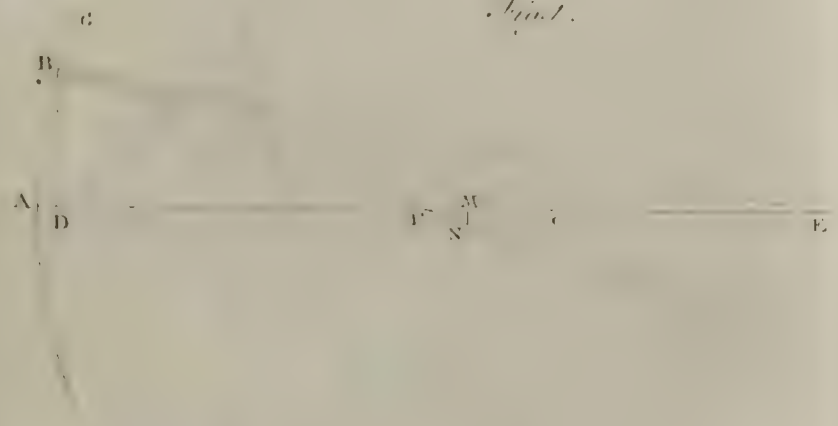



Fig. 2.

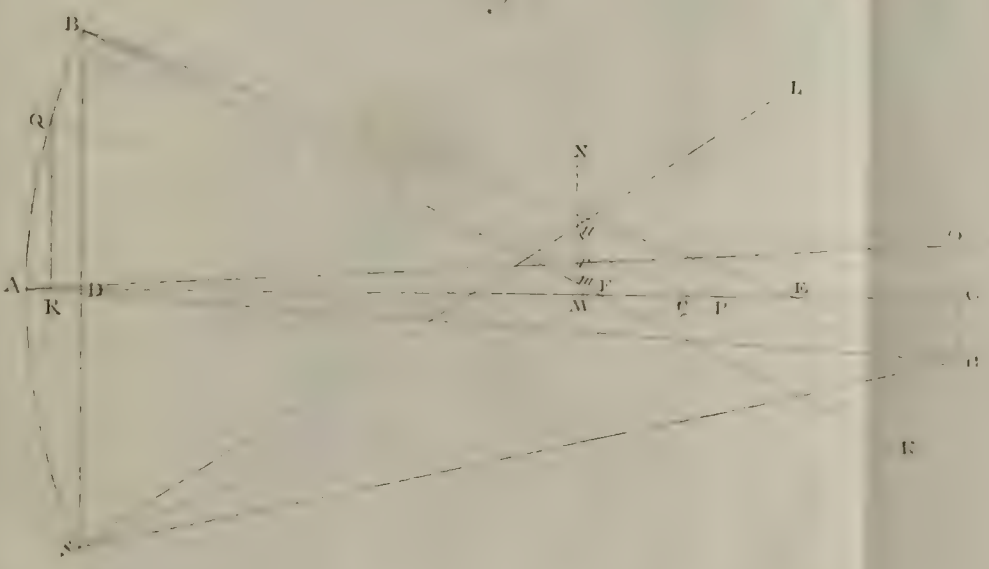
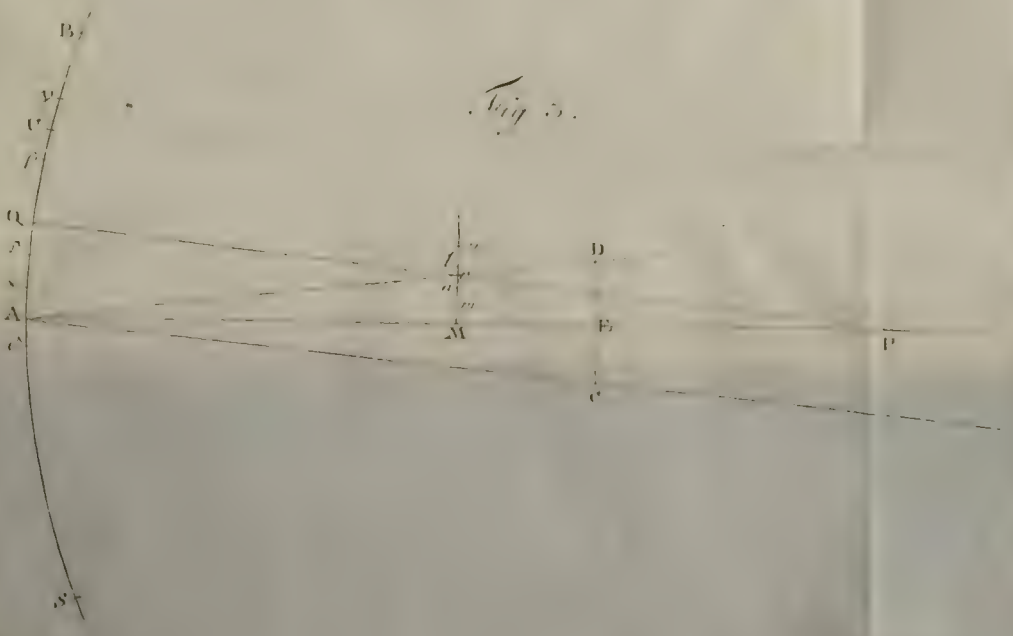



Fig. 3.



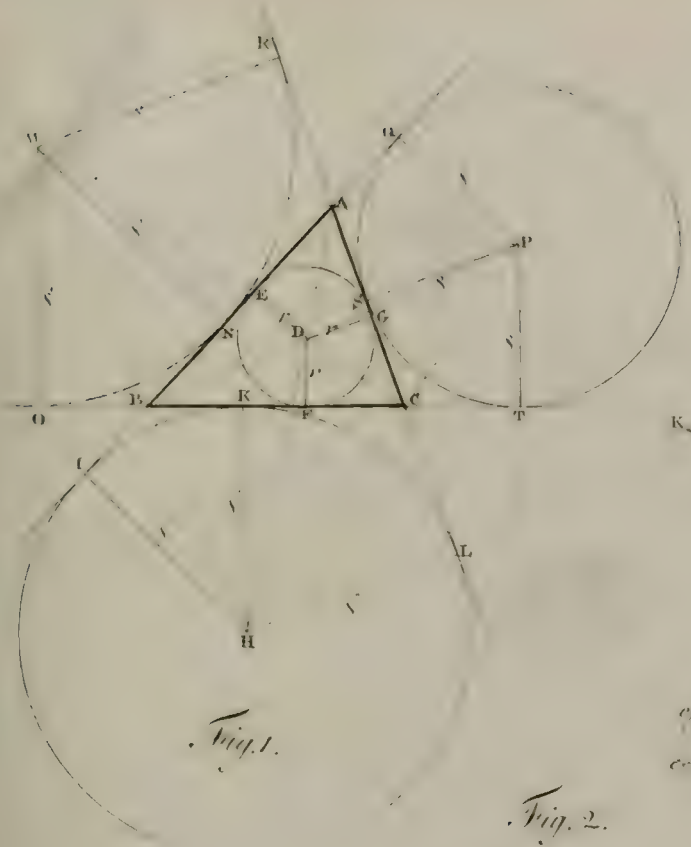
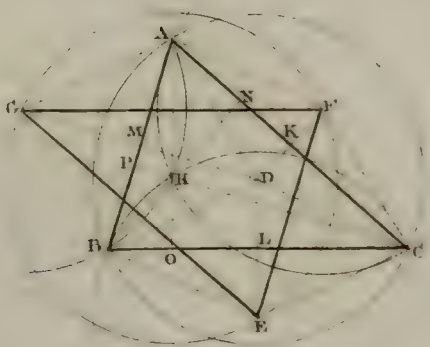



Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.




Zu Herrn Grunert's Auflösung einer geometrischen Aufgabe.

Fig. 1.

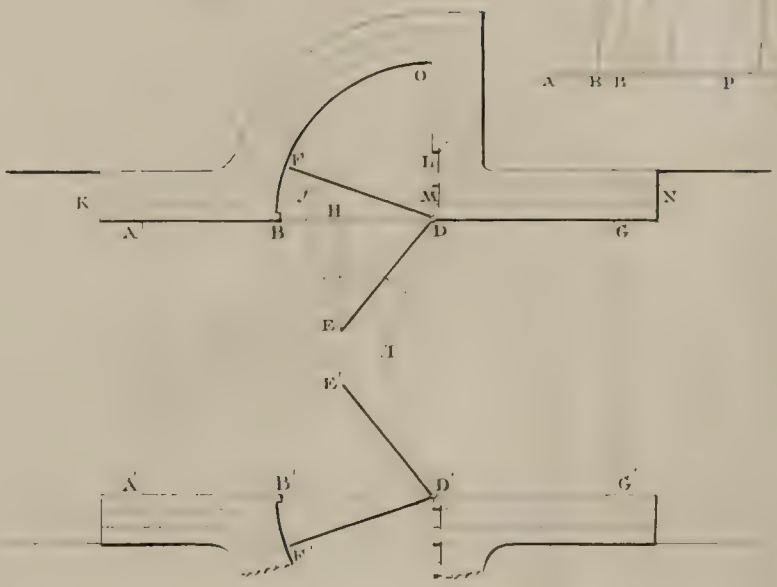



Fig. 5.

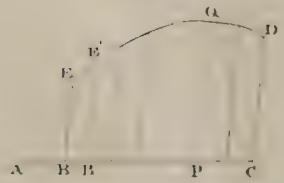






Fig. 6.

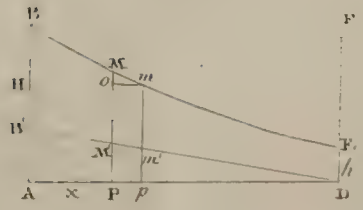
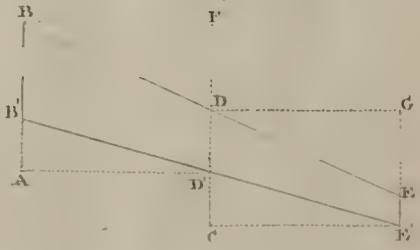



Fig. 7.




*Zu Hrn. Eytelwein's Abhandlungen über die Plankenschleuse und über die Bewegung des Wassers.* *Mathem. Classe 1815-16.*